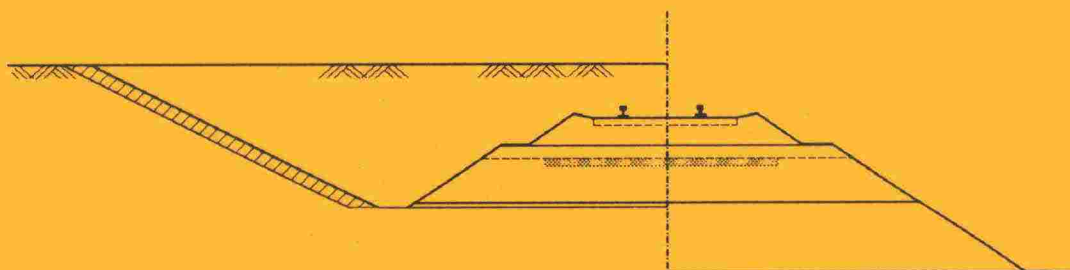


**RAUTATIEN MAARAKENNUSTÖIDEN YLEINEN
TYÖSELITYS JA LAATUVAATIMUKSET
(RMYTL)**

OSA 5 MAALEIKKAUS- JA PENGERRYSTYÖT



**RAUTATIENTEN MAARAKENNUSTÖIDEN YLEINEN
TYÖSELITYS JA LAATUVAATIMUKSET
(RMYTL)**

OSA 5 MAALEIKKAUS- JA PENGERRYSTYÖT

RHK
RATAHALLINTOKESKUS
KAIVOKATU 6, PL 185
00101 HELSINKI

PUH. (09) 5840 5111
FAX. (09) 5840 5100
SÄHKÖPOSTI: info@rhk.fi

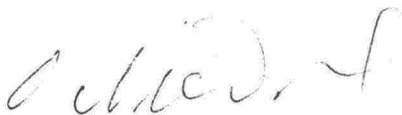
ISBN 952-445-021-6
ISSN 1456-1220

1.11.1999

RAUTATIEN MAARAKENNUSTÖIDEN YLEINEN TYÖSELITYS JA LAATUVAATIMUKSET (RMYTL)

**Ratahallintokeskus on hyväksynyt RMYTL:n osan 5 Maaleikkaus- ja
pengerrystyöt**

Ylijohtaja



Ossi Niemimuukko

Teknisen yksikön päällikkö



Markku Nummelin

Korvaa seuraavat julkaisut:

- Rautatien maarakennustöiden yleinen työselitys (RMYT) osa 915 Alusrakenteen muut osat
- Murskaustuotteiden käyttö radan tukikerroksen alapuolella, työselitys (Oy VR-Rata Ab, Suunnitteluosasto, 23.1.1996)
- Ratatekniset määräykset ja ohjeet (RAMO) osa 11 Rautatien maarakennustyöohjeet

Voimassa 1.12.1999 lukien.

SISÄLLYSLUETTELO

5.0 YLEISET VAATIMUKSET JA OHJEET	5
5.0.1 Soveltamisalue	5
5.0.2 Noudatettavat asiakirjat	5
5.0.3 Nimikkeistö	5
5.0.4 Turvallisuusvaatimukset	6
5.0.5 Rakentaminen liikenteen alaisella radalla	6
5.0.6 Geotekniset tutkimukset ja selvitykset	6
5.0.7 Ympäristövaikutukset	6
5.0.8 Laatuvaatimukset ja laadunvalvonta	8
5.0.9 Työ- ja laatusuunnitelman sisältö	8
5.0.10 Kelpoisuuskirjan sisältö	9
5.0.11 Rakennustöiden yleisjärjestelyt	9
5.1 MAALEIKKAUS	10
5.1.1 Yleistä	10
5.1.2 Maan kaivu	11
5.1.2.1 Kaivutyö	11
5.1.2.2 Pohjaveden pinnan alentaminen	11
5.1.2.3 Työkohtainen työselitys	12
5.1.2.4 Työ- ja laatusuunnitelma	12
5.1.2.5 Kelpoisuuskirja	12
5.1.3 Leikkauspohja	13
5.1.3.1 Leikkauspohjan kaivu	13
5.1.3.2 Leikkauspohjan kaltevuus	13
5.1.3.3 Kivien ja lohkareiden poisto sekä kallion käsittely	13
5.1.3.4 Leikkauspohjan tiivistys	13
5.1.3.5 Maaleikkauspohjan laatuvaatimukset ja laadunvalvonta	13
5.1.3.6 Kallioleikkauspohjan laatuvaatimukset ja laadunvalvonta	14
5.1.3.7 Työkohtainen työselitys	14
5.1.3.8 Työ- ja laatusuunnitelma	14
5.1.3.9 Kelpoisuuskirja	15
5.1.4 Leikkausluiskat	15
5.1.4.1 Leikkausluiskien kaltevuudet	16
5.1.4.2 Leikkausluiskien muotoilu ja viimeistely	16
5.1.4.3 Leikkausluiskien laatuvaatimukset ja laadunvalvonta	16
5.1.4.4 Työkohtainen työselitys	16
5.1.4.5 Työ- ja laatusuunnitelma	17
5.1.4.6 Kelpoisuuskirja	17
5.1.5 Leikkausluiskien tuenta- ja vahvistusrakenteet	17
5.1.5.1 Käyttötarkoitus	17
5.1.5.2 Massanvaihto luiskassa	17
5.1.5.3 Kivikorimuurit ja massiivikivimuurit	18
5.1.5.4 Betonitukimuurit ja betonielementtitukimuurit	19
5.1.5.5 Luiskan naulaus	19
5.1.5.6 Luiskapaalutukset	20

5.1.5.7 Luiskien tuenta- ja vahvistustöiden laatuvaatimukset ja laadunvalvonta	20
5.1.5.8 Työkohtainen työselitys	20
5.1.5.9 Työ- ja laatusuunnitelma	21
5.1.5.10 Kelpoisuuskirja	21
5.1.6 Leikkausluiskien verhousrakenteet	21
5.1.6.1 Käyttötarkoitus	21
5.1.6.2 Nurmetukset ja istutukset	21
5.1.6.3 Muut verhousrakenteet	23
5.1.6.4 Kenttäkiviverhous ja betonikivet	24
5.1.6.5 Louheverhous	26
5.1.6.6 Leikkausluiskien verhousrakenteiden laatuvaatimukset ja laadunvalvonta	27
5.1.6.7 Työkohtainen työselitys	27
5.1.6.8 Työ- ja laatusuunnitelma	28
5.1.6.9 Kelpoisuuskirja	28
5.1.7 Siirtymäkiilat	28
5.1.7.1 Käyttötarkoitus	28
5.1.7.2 Siirtymäkiilan syvyys	29
5.1.7.3 Siirtymäkiilan kaltevuus	29
5.1.7.4 Siirtymäkiilan kuivatustarve	32
5.1.7.5 Siirtymäkiilan laatuvaatimukset ja laadunvalvonta	32
5.1.7.6 Työkohtainen työselitys	32
5.1.7.7 Työ- ja laatusuunnitelma	32
5.1.7.8 Kelpoisuuskirja	32
5.2 PINGER	33
5.2.1 Käyttötarkoitus	33
5.2.2 Pengerpohjan rakentaminen	33
5.2.2.1 Työkohtainen työselitys	34
5.2.2.2 Työ- ja laatusuunnitelma	34
5.2.2.3 Kelpoisuuskirja	34
5.2.3 Maapenger	35
5.2.3.1 Työjärjestys	35
5.2.3.2 Maapenkereen materiaalit	35
5.2.3.3 Maapenkereen rakentaminen	37
5.2.3.4 Maapenkereen tiivistäminen	39
5.2.3.5 Maapenkereiden laatuvaatimukset	41
5.2.3.6 Maapenkereiden laadunvalvonta	42
5.2.3.7 Työkohtainen työselitys	43
5.2.3.8 Työ- ja laatusuunnitelma	43
5.2.3.9 Kelpoisuuskirja	44
5.2.4 Louhepenger	44
5.2.4.1 Louhepenkereen käyttötarkoitus	44
5.2.4.2 Louhepenkereen materiaali	44
5.2.4.3 Louhepenkereen rakentaminen	44
5.2.4.4 Louhepenkereen yläpinnan kiilaus ja tiivistäminen	44

5.2.4.5 Louhepenkereen suojarakenteet	45
5.2.4.6 Louhepenkereen laatuvaatimukset ja laadunvalvonta	45
5.2.4.7 Työkohtainen työselitys	45
5.2.4.8 Työ- ja laatusuunnitelma	45
5.2.4.9 Kelpoisuuskirja	46
5.2.5 Vastapenger	46
5.2.5.1 Vastapenkereen käyttötarkoitus	46
5.2.5.2 Vastapenkereen materiaali	46
5.2.5.3 Vastapenkereen rakentaminen	46
5.2.5.4 Vastapenkereen laatuvaatimukset ja laadunvalvonta	47
5.2.5.5 Työkohtainen työselitys	47
5.2.5.6 Työ- ja laatusuunnitelma	47
5.2.5.7 Kelpoisuuskirja	47
5.2.6 Vesistöpengerrys	47
5.3 ALUSRAKENNE	48
5.3.1 Suodatinkerros	48
5.3.1.1 Suodatinkerroksen käyttötarkoitus	48
5.3.1.2 Suodatinkerroksen materiaali	48
5.3.1.3 Suodatinkerroksen työmenetelmät	49
5.3.1.4 Suodatinkerroksen tiivistäminen	49
5.3.1.5 Suodatinkerroksen laatuvaatimukset ja laadunvalvonta	49
5.3.1.6 Työkohtainen työselitys	50
5.3.1.7 Työ- ja laatusuunnitelma	50
5.3.1.8 Kelpoisuuskirja	50
5.3.2 Eristyskerros	50
5.3.2.1 Eristyskerroksen käyttötarkoitus	50
5.3.2.2 Eristyskerroksen materiaali	50
5.3.2.3 Eristyskerroksen työmenetelmät	52
5.3.2.4 Eristyskerroksen tiivistäminen	53
5.3.2.5 Luiskien verhous	53
5.3.2.6 Eristyskerroksen laatuvaatimukset ja laadunvalvonta	54
5.3.2.7 Työkohtainen työselitys	56
5.3.2.8 Työ- ja laatusuunnitelma	56
5.3.2.9 Kelpoisuuskirja	56
5.3.3 Välikerros	56
5.3.3.1 Välikerroksen käyttötarkoitus	56
5.3.3.2 Välikerroksen materiaali	56
5.3.3.3 Välikerroksen työmenetelmät	57
5.3.3.4 Välikerroksen tiivistäminen	57
5.3.3.5 Välikerroksen laatuvaatimukset ja laadunvalvonta	57
5.3.3.6 Työkohtainen työselitys	58
5.3.3.7 Työ- ja laatusuunnitelma	58
5.3.3.8 Kelpoisuuskirja	59
5.4 KEVYTSORAPENGER	60
5.4.1 Kevytsorapenkereen käyttötarkoitus	60

RMYTL 5 Maaleikkaus- ja pengerrystyöt

5.4.2 Kevytsorapenkereen materiaali	60
5.4.3 Kevytsorapenkereen rakentaminen	60
5.4.4 Kevytsorapenkereen laatuvaatimukset ja laadunvalvonta	61
5.4.5 Työkohtainen työselitys	61
5.4.6 Työ- ja laatusuunnitelma	62
5.4.7 Kelpoisuuskirja	62
5.5 EPS-RAKENNE	63
5.6 ROUTALEVY	64
5.6.1 Routalevyn käyttötarkoitus	64
5.6.2 Routalevyn asentaminen	64
5.6.3 Routalevyrakenteen laatuvaatimukset ja laadunvalvonta	66
5.6.4 Työkohtainen työselitys	67
5.6.5 Työ- ja laatusuunnitelma	67
5.6.6 Kelpoisuuskirja	67
VIITTEET	68

5.0 YLEISET VAATIMUKSET JA OHJEET

5.0.1 Soveltamisalue

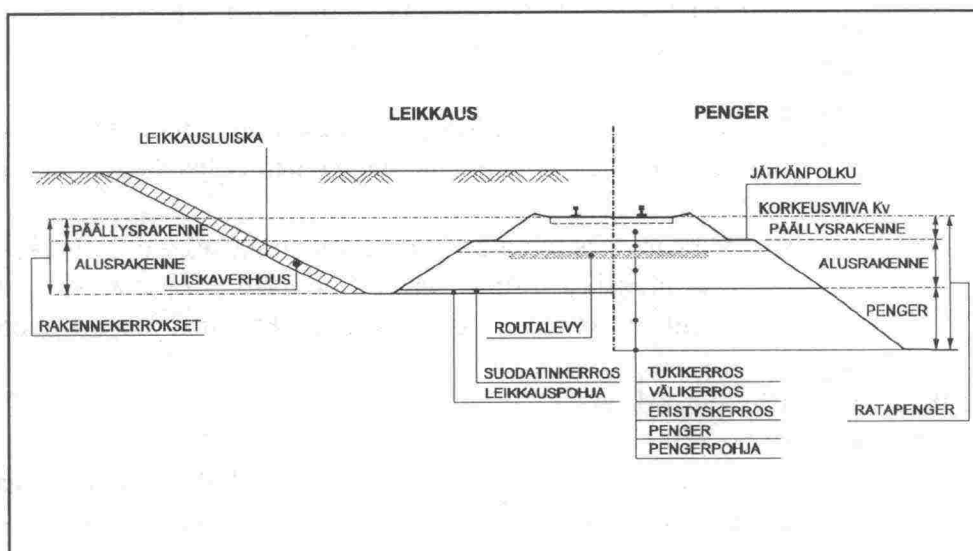
Tätä RMYTL:n osaa 5 "Maaleikkaus- ja pengerrystyöt" noudatetaan radalla ja rautatiealueella suoritettavissa maaleikkaus- ja pengerrystöissä niiltä osin kuin työkohtaisessa työselityksessä ei maaleikkaus- ja pengerrystöiden suorittamisesta ole muuta määrätty. Työkohtaiset asiakirjat menevät pätemisjärjestyksessä yleisen työselityksen edelle. Töiden sisältö ja laajuus määritetään aina työkohtaisessa työselityksessä ja urakkaohjelmassa.

5.0.2 Noudatettavat asiakirjat

Päivitetty luettelo voimassa olevista asiakirjoista on esitetty Ratahallintokeskuksen (RHK) internet-sivuilla osoitteessa "www.rhk.fi/normit.htm".

5.0.3 Nimikkeistö

Kuvassa 1 on esitetty ratarakenteen maaleikkaus- ja pengerrystöihin liittyvä tärkein nimikkeistö.



Kuva 1. Rataleikkauksen ja penkereen nimikkeistö

Murske on louheesta, lohkareista, sorasta tai moreenista murskaamalla ja tämän lisäksi yleensä myös seulomalla valmistettu kiviaines.

Louhe on kalliosta räjäyttämällä tai rusnaamalla irrotettua murskaamatonta kiviainesta. Louheeksi voidaan lukea myös lohkareitten rikkomisesta syntyvä kiviaines.

5.0.4 Turvallisuusvaatimukset

Työn kaikissa vaiheissa on otettava huomioon junaliikenteen ja ratatyöntekijöiden turvallisuus. Muun liikenteen risteämiskohdissa, esimerkiksi asemilla, on varmistettava myös muun liikenteen turvallinen sujuminen.

Ratatyöntekijöiden pätevyysvaatimukset on määritetty RHK:n julkaisussa "Ratatyöntekijöiden pätevyysvaatimukset"./9/.

Johtojen ja kaapeleiden sijainti on varmistettava ennen töiden aloittamista.

5.0.5 Rakentaminen liikenteen alaisella radalla

Raidevarausten tarve ja mahdollinen nopeusrajoitus viereiselle raiteelle määrätään työkohtaisessa työselityksessä. Kun kaivu- ja täyttötöitä tehdään raidevarauksen aikana raiteen vieressä tai kohdalla, on aina ennen raiteen liikenteelle avaamista tarkastettava, että raide on liikennöitävässä kunnossa.

5.0.6 Geotekniset tutkimukset ja selvitykset

Tehdyt geotekniset tutkimukset ja selvitykset esitetään työkohtaisessa työselityksessä. Tutkimustapa, tutkimustiheys, mittakaavat ja kairausmerkinnät on esitetty RMYTL:n osassa 1 "Yleinen osa". Tutkimukset tehdään Suomen geoteknillisen yhdistyksen ohjeiden mukaisesti./1/, /14/.

Tutkimustuloksia ja niihin pohjautuvia suunnitelmia on verrattava työn etenemisen mukaan todellisiin geoteknisiin olosuhteisiin.

Jos todelliset olosuhteet poikkeavat työkohtaisessa työselityksessä esitetyistä tutkimustuloksista, siitä on välittömästi ilmoitettava rakennuttajalle. Rakennuttaja päättää, miten havaitut poikkeamat otetaan huomioon.

5.0.7 Ympäristövaikutukset

Jos työt aiheuttavat ympäristössä haitallisia muutoksia, näistä on ilmoitettava rakennuttajalle ja ryhdyttävä välittömästi toimenpiteisiin haitallisten muutosten estämiseksi. Töiden jatkamiseen on saatava rakennuttajan lupa.

Radan maaleikkaus- ja pengerrystyöt tulee suorittaa siten, että niistä on mahdollisimman vähän haittaa ympäristölle. Ympäristön suojaamisesta on annettu määräyksiä mm. seuraavissa laeissa:

- laki ympäristövaikutusten arvioinnista
- maa-aineslaki
- rakennuslaki koskien kaava-alueita ja toimenpidekieltoalueita
- terveydensuojelulaki koskien murskaamoja
- ilmansuojelulaki
- jätelaki
- meluntorjuntalaki
- laki räjähdysvaarallisista aineista.

Maarakennusalan neuvottelukunnan MANK:n julkaisussa "Maarakentajan ympäristöopas" on annettu ohjeita ympäristön huomioonottamiseksi maarakennustöissä./15/.

Työssä tulee ottaa huomioon seuraavat tekijät:

- Työkoneet on pidettävä sellaisessa kunnossa, ettei niistä pääse öljyä tai muita saastuttavia aineita ympäristöön.
- Työkoneiden meluhaitat on minimoitava suoritettaessa töitä asutuksen läheisyydessä. Työstä ja työn kestosta on tiedotettava alueen asukkaille.
- Mikäli pohjaveden pinnan asemassa, alenema-alueen laajuudessa, pohjavesimäärissä tai muissa vastaavissa tekijöissä todetaan poikkeamaa työkohtaisessa työselityksessä esitetystä, tästä on viipymättä ilmoitettava rakennuttajalle.

Katselmukset ja tiedotusvelvoitteet

Katselmustarve määrätään työkohtaisessa työselityksessä. Tällaisia kohteita voivat olla mm.:

- Syvät rataleikkaukset, joiden lähellä on rakennuksia.
- Pohjaveden pinnan alenemista aiheuttavat maaleikkaustyöt.
- Tiivistämistyöt, jos alueella on huonosti tärinää kestäviä rakennuksia ja rakenteita.

Työkohtaisessa työselityksessä määritellyllä alueella pidetään rakennusten ja muiden rakenteiden kuntoa koskeva katselmus, jossa ovat läsnä rakenteiden omistajat tai heidän edustajansa ja urakoitsija. Katselmuksen suorittaa puolueeton katselmusmies.

Katselmuksesta pidetään pöytäkirjaa, joka lähetetään hyväksyttäväksi ja tiedoksi asianosaisille. Katselmuspöytäkirjan allekirjoittavat urakoitsija, katselmusmies ja kunkin kohteen omistaja. Katselmuskohteen tietoja täydennetään tarvittaessa valokuvaamalla, videokuvaamalla ja piirustuksin.

Katselmukset suoritetaan sekä ennen että jälkeen rakennustyön. Jos katselmoitaviin kohteisiin sisältyy tiloja, joihin ei ole pääsyä, menettelytavoista sovitaan omistajan kanssa

Katselmusajankohdat määrää urakoitsija työ- ja laatusuunnitelmassa. Katselmoitavan alueen laajuus määritellään työkohtaisessa työselityksessä.

Ympäristön tarkkailumittaukset

Ympäristön tarkkailumittaukset määrätään työkohtaisessa työselityksessä.

Maa-ainesten saastumisselvitykset

Saastuneet maat käsitellään työkohtaisen työselityksen mukaisesti.

Mikäli työvaiheen aikana todetaan, että työalueella on aihetta tutkia maa-ainesten saastuneisuus, eikä selvityksiä ole tehty suunnitteluvaiheessa, otetaan yhteyttä rakennuttajaan. Kohteessa suoritetaan tarvittaessa maa-ainesten tutkimukset ja saastuneiden maa-ainesten käsittelytapa määrätään näiden tulosten perusteella. Saastuneiden maiden sallittujen haitta-ainepitoisuuksien osalta noudatetaan voimassaolevia ympäristöviranomaisen määräyksiä ja ohjeita.

5.0.8 Laatuvaatimukset ja laadunvalvonta

Laatuvaatimukset ja sallitut mitta- ja sijaintipoikkeamat esitetään tässä työselityksessä ja työkohtaisessa työselityksessä.

Laadunvalvontakokeiden tulokset on kirjattava ja esitettävä pyydettyä rakennuttajalle. Mittauspöytäkirjat urakoitsijan on luovutettava rakennuttajalle välittömästi mittauksen jälkeen.

Maaleikkaus- ja pengerrystöiden toteutum tiedot esitetään kelpoisuuskirjassa. Rakentamisessa käytettävien työkohteen ulkopuolelta tuotavien materiaalien kelpoisuus on osoitettava aina ennen töiden aloittamista laatutositteilla. Tositteet liitetään kelpoisuuskirjaan. Materiaalien ja työn lopputuloksen on täytettävä työkohtaisen työselityksen vaatimukset.

5.0.9 Työ- ja laatusuunnitelman sisältö

Ennen töiden aloittamista urakoitsijan on laadittava maaleikkaus- ja pengerrystöistä työ- ja laatusuunnitelma, joka on hyväksyttävä rakennuttajalla ennen töiden aloittamista.

Kaikki suunnitelmamuutokset ja korjaussuunnitelmat on hyväksyttävä rakennuttajalla ennen muutostöiden aloittamista ja ne on merkittävä suunnitelmapiiirustuksiin.

5.0.10 Kelpoisuuskirjan sisältö

Urakoitsijan on laadittava kelpoisuuskirja yleisen työselityksen ja työkohtaisessa työselityksessä esitettyjen yksityiskohtaisten vaatimusten mukaisesti. Työn edetessä kaikki mittaus- ja tutkimustulokset, materiaalien laatutositteet sekä toteutumapiirustukset kootaan kelpoisuuskirjaan. Sallittuja suuremmat poikkeamat merkitään toteutumapiirustuksiin siten, kuin tässä työselityksessä tai työkohtaisessa työselityksessä on määrätty.

Suunnitelmapiirustukset tehdään toteutumapiirustuksiksi siten, että sallittua suuremmat poikkeamat merkitään suunnitelmapiirustuksiin. Toteutumapiirustukset tehdään välittömästi työn edistymistä seuraten. Työn valmistuttua kelpoisuuskirja luovutetaan rakennuttajalle.

5.0.11 Rakennustöiden yleisjärjestelyt

Työvaiheet

Radan rakennustyö edellyttää tarkkaa työvaihesuunnittelua. Työkohtaisessa työselityksessä esitetään työn pääpiirteiset vaiheistukset ja niitä tarkennetaan yksityiskohtaisesti työ- ja laatusuunnitelmassa.

Työmaatiet

Rakennustyönaikaisten liikennejärjestelyjen on oltava selkeitä ja hyvin opastettuja sekä vastata kulloistakin työmaa- ja junaliikennettä.

Jokaiselle työnaikaiselle tasoristeykselle on saatava RHK:n kirjallinen lupa.

Mikäli yksityisteitä tai kevyen liikenteen väyliä aiotaan käyttää rakennustyön aikana, tähän on saatava tienpitäjän lupa. Työmaaliikenteen loputtua väylät on kunnostettava ja saatettava vähintään alkuperäistä vastaavaan kuntoon.

Työmaaliikenteen käytössä olleet, tarpeettomiksi jääneet tiet on viimeistään viimeistelytöiden yhteydessä poistettava tai peitettävä ja verhoiltava sekä istutettava alkuperäistä maisemaa vastaavaksi.

5.1 MAALEIKKAUS

5.1.1 Yleistä

Maaleikkaustöissä käytetään sellaisia työmenetelmiä ja noudatetaan sellaista työjärjestystä, että leikkausmassat saadaan käytetyksi rakennusteknisesti ja taloudellisesti parhaalla mahdollisella tavalla.

Leikkausalueeseen rajoittuvat puut on suojattava työn ajaksi työkohtaisessa työselityksessä esitetyllä alueella.

Jos maan laatu poikkeaa työkohtaisessa työselityksessä esitetystä tai se ei vastaa leikatusta maasta tehtävien penkereiden ja täyttöjen vaatimuksia rakeisuuden, vesipitoisuuden, lohkaraisuuden tai tasalaatuisuuden suhteen, suunnitelmia muutetaan tarvittavilta osin. Jos kallion pinta poikkeaa työkohtaisessa työselityksessä esitetystä, otetaan yhteyttä rakennuttajaan suunnitelmien tarkistamiseksi.

Työkohtaisessa työselityksessä esitetään leikkauskohteiden

- pintavesitiedot
 - virtaussuunnat
 - arviot vesimääristä
- avovesitiedot
 - vaihtelurajat
 - arviot vesimääristä
- pohjavesitiedot
 - pohjavedenpinnan vaihtelurajat
 - orsivedenpinnan vaihtelurajat
- kaivojen vedenpinnan vaihtelurajat ja veden laatu.

Jos tutkimuksia ei ole tehty tai olosuhteet eivät vastaa työkohtaisessa työselityksessä esitettyä, on otettava yhteyttä rakennuttajaan. Tarvittavat tutkimukset ja katselmukset on tehtävä ennen kaivutöiden aloittamista.

Maaleikkauksen sijoituessa pohjaveden suoja-alueelle tehdään työkohtaisessa työselityksessä esitetty pohjaveden suojaustoimenpiteet. Ellei suojauksia ole esitetty työkohtaisessa työselityksessä, otetaan yhteyttä rakennuttajaan.

Niskaojat kaivetaan estämään vesien virtausta rataleikkausluiskiin. Kuivatustöitä koskeva yleinen työselitys on RMYTL:n osa 4 "Kuivatustyöt"/4/.

5.1.2 Maan kaivu

5.1.2.1 Kaivutyö

Ennen kaivutyön aloittamista on varmistettava, että alustavat työt on tehty. Näitä töitä ovat mm. rakennusten, rakenteiden, johtojen ja kaapeleiden purku-, siirto- ja suojaustyöt, raivaustyöt, mittaustyöt ja leikkausmallien asentaminen, sekä muut mahdolliset maaleikkaustöiden edellyttämät etukäteen tehtävät työt. Nämä työt tehdään RMYTL:n osan 2 "Alustavat työt", sekä työkohtaisen työselityksen mukaisesti.

Pintakerrosta ja ruokamultakerrosta ei poisteta leikkausalueiden ulkopuolella ilman erityistä syytä.

Koko poikkileikkausala, mukaan lukien ojat ja luiskat, leikataan samalla kertaa, jolloin tehdyt ojat helpottavat leikkauksen kuivanapitoa.

Matalat, alle 3 m syvyiset maaleikkaukset tehdään yleensä kerralla. Syvät maaleikkaukset tehdään kerroksittain kaivaen noin 3 m kerroksina.

Talvityövaatimukset

Jos leikkausmassoja käytetään rakenteisiin, poistetaan kasvillisuus ja ruokamulta leikkauksen pinnalta etukäteen sulan kauden aikana.

Maaleikkausalueella on vältettävä lumen talleamista. Lumi ja jää poistetaan vasta välittömästi ennen leikkaustöiden aloittamista. Myös työn aikana on huolehdittava lumen ja jään poistamisesta.

Maan jäätyminen vaikeuttaa kaivutyötä. Alueilla, joilla ei ole kaapeleita, eikä tärinästä ole haittaa, voidaan jäätyneen maan rikkomiseen käyttää esimerkiksi puskukoneen repijää.

Talvityössä jäänyt pintakerros saattaa tilapäisesti parantaa leikkausluiskien pysyvyyttä, mutta se aiheuttaa maan sulaessa vaaratilanteita. Tämän vuoksi leikkausluiskat on tehtävä heti lopulliseen työkohtaisen työselityksen mukaiseen kaltevuuteen.

5.1.2.2 Pohjaveden pinnan alentaminen

Pohjaveden pinnan alapuolelle ulottuvissa maaleikkauksissa on pohjaveden pinta alennettava 0,5 m kaivutason alapuolelle ennen kyseisen kohdan kaivua. Alennustapa esitetään työkohtaisessa työselityksessä. Pohjavesi alennetaan joko ojitusjärjestelyin tai pumppaamalla vesi rataleikkauspohjan reunalle tehdyistä pumppauskuopista, imuputkista tai suodatinputki-kaivoista. Pumppauskuopat on varustettava suojarenkain syöpymisen estämiseksi.

Pohjaveden alenemista tarkkaillaan työkohtaisessa työselityksessä osoitetulla tavalla.

5.1.2.3 Työkohtainen työselitys

Työkohtaisessa työselityksessä esitetään vähintään seuraavat asiat:

- suunnitelmapiiirustukset
- kaivutyöjärjestys
- luiskakaltevuudet.

Tarvittaessa esitetään

- tarkentavat laatuvaatimukset
- luiskien siirtymisen tarkkailutarve ja tarkkailuohjelma
- vaatimukset tarkkailumittausten suorittamisesta
- pohjavedenpinnan alentamistarve ja työmenetelmät
- pohjavedenpinnan tarkkailujärjestelmät ja tarkkailualue
- katselmustarve ja tiedotusvelvollisuudet
- kaivumassojen saastuneisuusselvitykset.

5.1.2.4 Työ- ja laatusuunnitelma

Kaivutyön osalta työ- ja laatusuunnitelmassa esitetään vähintään seuraavaa:

- massansiirtosuunnitelma
- kalusto, työjärjestys ja menetelmät
- kaivumaiden materiaalitiedot: laatu, rakeisuus, vesipitoisuus, routivuus, humuspitoisuus, saastuneisuus
- kaivettavien massojen määrät, mittaustarkkuus, mittausajankohdat ja esitystapa työmaan toimesta tehtäville mittauksille ja vaaituksille
- ympäristön seurantamittausten toteutustapa
- katselmusten toteutus- ja raportointitapa.

5.1.2.5 Kelpoisuuskirja

Kaivutyön osalta kelpoisuuskirjassa esitetään vähintään seuraavat asiat:

- leikkausmassojen materiaalitiedot
- leikkausmassojen käyttökohteet leikkauskohtaisesti
- toteutetut pohjaveden alentamismenetelmät
- pohjaveden pinnan seurantamittaukset
- painuma- ja siirtymämittaustulokset
- katselmusten tulokset
- poikkeamat suunnitelmiin
- toteutumapiirustukset.

5.1.3 Leikkauspohja

5.1.3.1 Leikkauspohjan kaivu

Leikkauspohja kaivetaan niin, ettei leikkauspohja pääse häiriintymään.

Jos leikkauspohja on herkästi häiriintyvää silttiä tai moreenia, leikkaustyö on tehtävä kahdessa vaiheessa siten, että ensin kaivetaan leikkauksen yläosa noin 1 m leikkaustason yläpuolelle. Toisessa vaiheessa kaivetaan leikkauksen alaosa. Tässä vaiheessa kaivu tehdään ensimmäisen kaivutason pohjalta ja kuljetuskalusto käyttää joko samaa leikkauspohjaa tai erillisiä työmaateitä. Näin vältetään kuormauskoneen ja kuljetusvälineiden aiheuttamalta leikkauspohjan häiriintymiseltä.

5.1.3.2 Leikkauspohjan kaltevuus

Leikkauspohja kallistetaan radan poikkisuunnassa RAMOn osan 3, "Radan rakenne", normaalipoikkileikkausten mukaisesti ellei työkohtaisessa työselityksessä ole muuta esitetty./7/.

5.1.3.3 Kivien ja lohkareiden poisto sekä kallion käsittely

Maaleikkaustason yläpuolelle kohoavat kivet ja lohkareet poistetaan ja pohja tasataan ja tiivistetään leikkausmassoilla. Mikäli leikkausmaata ei voida käyttää sen huonon kantavuuden takia, pohjan tasaaminen tehdään suodatin- tai eristyskerrosmateriaalilla.

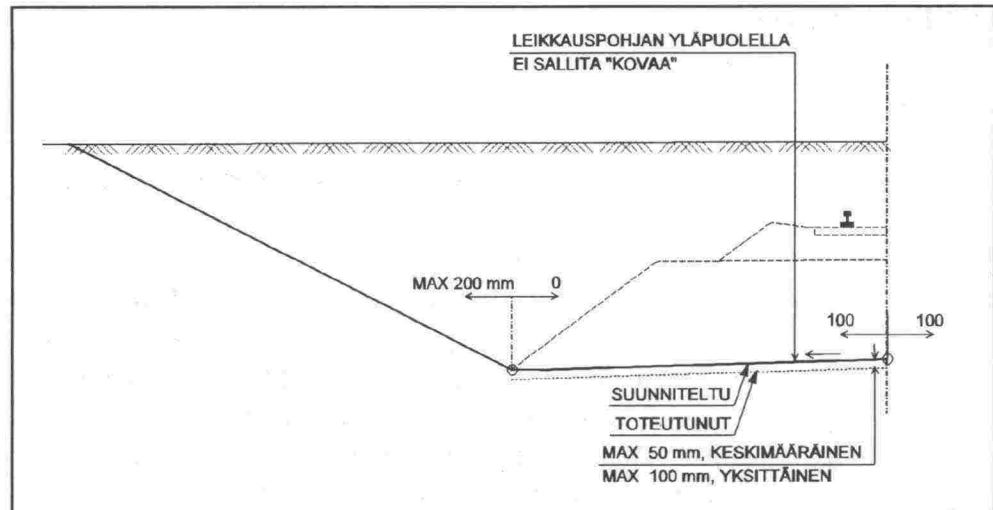
Maaleikkaustason yläpuolelle kohoavat lyhyet, alle 200 m pituiset kalliokohoumat louhitaan maaleikkaussyvyyteen (kohta 5.1.7, kuva 14).

5.1.3.4 Leikkauspohjan tiivistys

Jos kaivu-, kuormaus- tai kuljetuskalusto on löyhdyttänyt leikkauspohjaa, on se tiivistettävä ennen kerrosten levittämistä. Pehmeäpohjaisilla alueilla on tarkoituksenmukaista, liikennöimisen helpottamiseksi ja leikkauspohjan kantavuuden säilyttämiseksi levittää, pohjalle 300 mm murske- tai sorakerros maaleikkaussyvyyden alapuolelle. Kerroksen alla käytetään tarvittaessa suodatinkangasta estämään pohjamaan sekoittuminen rakennekerrokseen.

5.1.3.5 Maaleikkauspohjan laatuvaatimukset ja laadunvalvonta

Radan eristyskerroksen levittämistä ei saa aloittaa ennen kuin leikkauspohja on hyväksytty. Sallitut mitta- ja sijaintipoiikkeamat radan poikkisuunnassa ovat kuvan 2 mukaiset.



Kuva 2. Maaleikkauspohjan sallitut mitta- ja sijaintipoikkeamat.

Maaleikkauspohjan korkeusasema tarkastetaan 20 m välein mittaamalla maaleikkauspohjan taitepisteet ja niiden välit 1 m välein.

5.1.3.6 Kallioleikkauspohjan laatuvaatimukset ja laadunvalvonta

Kallioleikkauspohjan laatuvaatimukset ja laadunvalvonta on esitetty RMYTL:n osassa 6, "Kalliorakennustyöt" /6/.

5.1.3.7 Työkohtainen työselitys

Maaleikkauspohjan osalta työkohtaisessa työselityksessä esitetään vähintään seuraavat asiat:

- käsittelyohjeet
- kuivatusohjeet maaleikkauskohtaisesti.

Tarvittaessa esitetään

- tarkentavat mittapoikkeamavaatimukset
- tiiviyysvaatimukset ja tiivistystapa.

5.1.3.8 Työ- ja laatusuunnitelma

Leikkauspohjan osalta työ- ja laatusuunnitelmassa esitetään vähintään seuraavat asiat:

- kaivu- ja massansiirtokalusto
- mittaustarkkuus, menetelmät, mittausajankohdat
- esitystapa työmaan tekemille leikkauspohjan mittauksille.

Tarvittaessa esitetään

- leikkauspohjan tiivistämistapa
- menetelmät tiiviiden tarkkailemiseksi
- menetelmät poikkeamien korjaamiseksi.

5.1.3.9 Kelpoisuuskirja

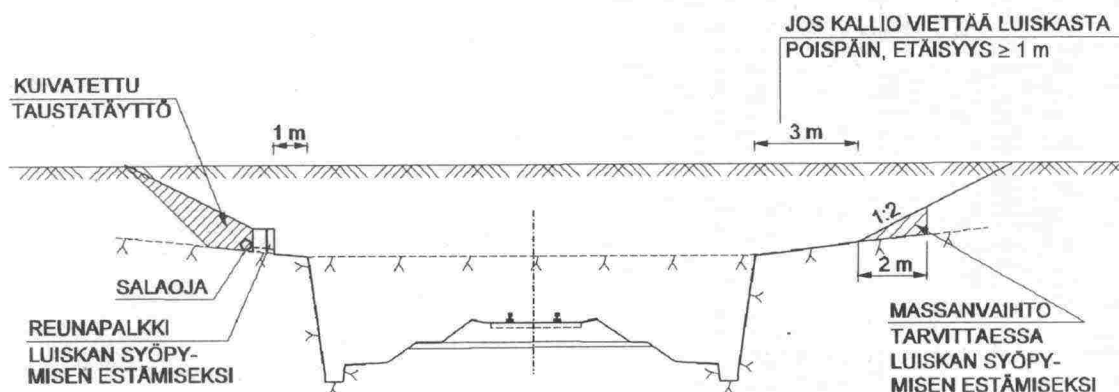
Leikkauspohjan osalta kelpoisuuskirjaan liitetään vähintään seuraavat tiedot:

- mitatut leikkauspohjan korkeudet ja sijainti
- tiiviystarkkailun tulokset
- käytetyt valmistuotteet, mm. suodatinkankaat
- toteutumapiirustukset.

5.1.4 Leikkausluiskat

Leikkausluiskien kaivussa on otettava huomioon verhousten ja vahvistusten vaatimat työvarat. Työkohtaisessa työselityksessä esitetyt niskaojat tehdään ennen luiskien kaivutyön aloittamista. Lisäksi työssä noudatetaan seuraavia työohjeita:

- Kallionpinta paljastetaan luiskan yläreunassa vähintään 3 m etäisyydelle kallioleikkausluiskan yläpinnasta kuvan 3 mukaisesti ellei työkohtaisessa työselityksessä toisin esitetä. Jos kallionpinta viettää pois päin luiskasta, kallionpinta paljastetaan vähintään 1 m etäisyydelle.
- Kalliuluiskan päälle työkohtaisessa työselityksessä tarkemmin määriteltäville alueille tehdään reunapalkki tai massanvaihto tukemaan maaleikkausluiskaa ja estämään luiskan juuren syöpymistä. Ellei työkohtaisessa työselityksessä ole määrätty tarvetta, luiskan juuri tuetaan kuvan 3 mukaisesti. Reunapalkin taustatäyttö on kuivatettava ja vedet johdettava siten, etteivät vedet valu luiskia pitkin aiheuttaen paannejäätä.



Kuva 3. Kallio- ja maaleikkauksen rajakohdan käsittely

5.1.4.1 Leikkausluiskien kaltevuudet

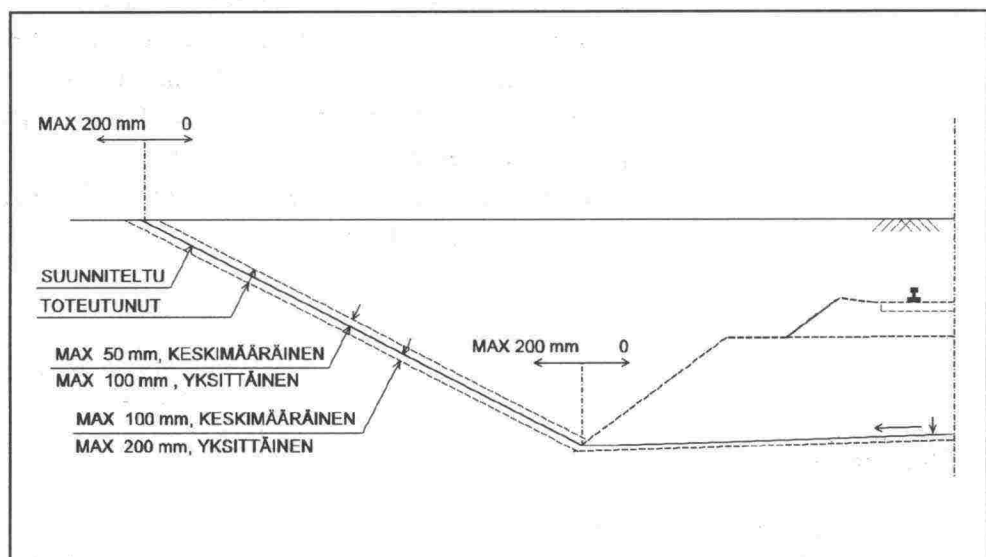
Maaleikkausluiskat tehdään heti työkohtaisessa työselityksessä esitettyihin kaltevuuksiin. Ellei työkohtaisessa työselityksessä ole esitetty muita arvoja, maaleikkausluiskat tehdään kaltevuuteen 1:2.

5.1.4.2 Leikkausluiskien muotoilu ja viimeistely

Leikkausluiskat on tasoitettava samanaikaisesti leikkaustyön kanssa ja puhdistettava irrallisesta maasta ja epäpuhtauksista. Viimeistely ja muotoilu tehdään puskutraktorilla, kuormaajalla tai kaivinkoneella tai näiden erilaisilla lisälaitteilla. Puskutraktoria käytettäessä kone liikkuu kohtisuoraa luiskaa vastaan. Matalat, alle 2 m leikkaukset viimeistellään pituus-suuntaisesti.

5.1.4.3 Leikkausluiskien laatuvaatimukset ja laadunvalvonta

Maaleikkausluiskat tehdään heti työkohtaisen työselityksen mukaiseen kaltevuuteen. Maaleikkausluiskan sallitut mittapoikkeamat ovat kuvan 4 mukaiset. Poikkileikkauksen muoto tarkastetaan 20 m välein mittaamalla poikkileikkauksen taitepisteet sekä taitepisteiden välit 1 metrin välein.



Kuva 4. Leikkausluiskan sallitut mitta- ja sijaintipoikkeamat

5.1.4.4 Työkohtainen työselitys

Maaleikkausluiskien osalta työkohtaisessa työselityksessä esitetään vähintään seuraavat asiat:

- poikkileikkauspiirustukset
- luiskan käsittelyohjeet.

Tarvittaessa esitetään

- tarkentavat mittapoikkeamavaatimukset
- luiskan tiiviysvaatimukset ja tiivistämistapa

5.1.4.5 Työ- ja laatusuunnitelma

Työ- ja laatusuunnitelmassa esitetään vähintään seuraavat asiat:

- kalusto
- mittaustarkkuus, -menetelmä, määrät, mittausajankohdat
- työmaan tekemien mittausten esitystapa

Tarvittaessa esitetään:

- leikkausluiskan tiivistystapa ja menetelmät.

5.1.4.6 Kelpoisuuskirja

Leikkausluiskan osalta kelpoisuuskirjassa esitetään vähintään seuraavat asiat:

- mittaustulokset
- sallittua suuremmat poikkeamat.

5.1.5 Leikkausluiskien tuenta- ja vahvistusrakenteet

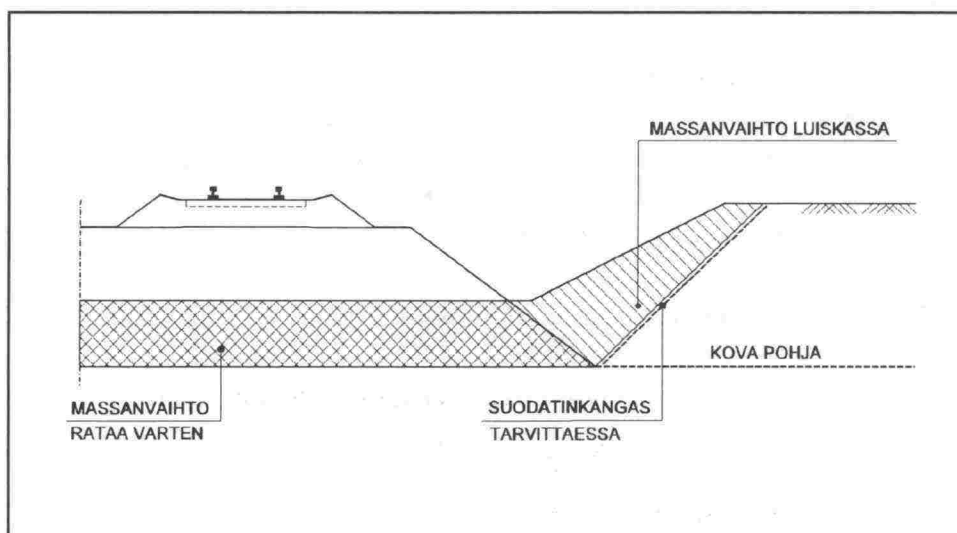
5.1.5.1 Käyttötarkoitus

Leikkausluiskissa käytetään tarvittaessa tuenta- ja vahvistusrakenteita. Tuenta- ja vahvistusrakenteet tehdään työkohtaisen työselityksen mukaan. Luiskien tuenta- ja vahvistusrakenteet on esitetty seuraavassa.

5.1.5.2 Massanvaihto luiskassa

Massanvaihto tehdään luiskan juuren alueella estämään luiskan sortumista. Mikäli kova pohja on 2...3 m syvyydellä leikkaustason alapuolella, ulotetaan kaivu kovaan pohjaan, jolloin rakenne saadaan lujaksi luiskan sivusiirtymiä vastaan (kuva 5). Erityisesti sivukaltevissa paikoissa on kaivun alarajasta poistettava kaikki hienorakeiset maalajit siten, että täyttömateriaali saadaan tukeutumaan kovaan pohjaan. Luiskan massanvaihto on tehtävä ensisijaisesti pienlouheesta, murskeesta tai sorasta.

Täyttö tiivistetään kohdan 5.2.3.4 mukaisesti. Täytön tiiviysvaatimus on vähintään 90 %.

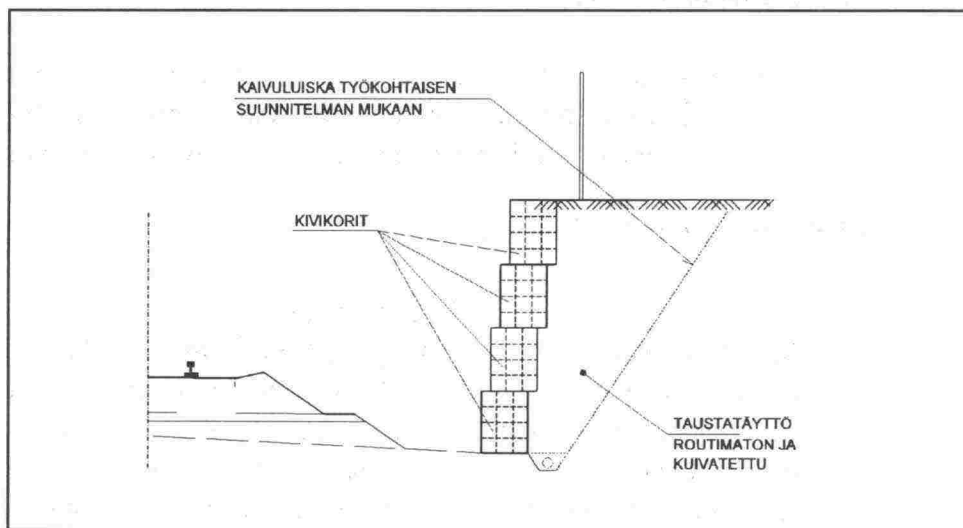


Kuva 5. Massanvaihto luiskassa

5.1.5.3 Kivikorimuurit ja massiivikivimuurit

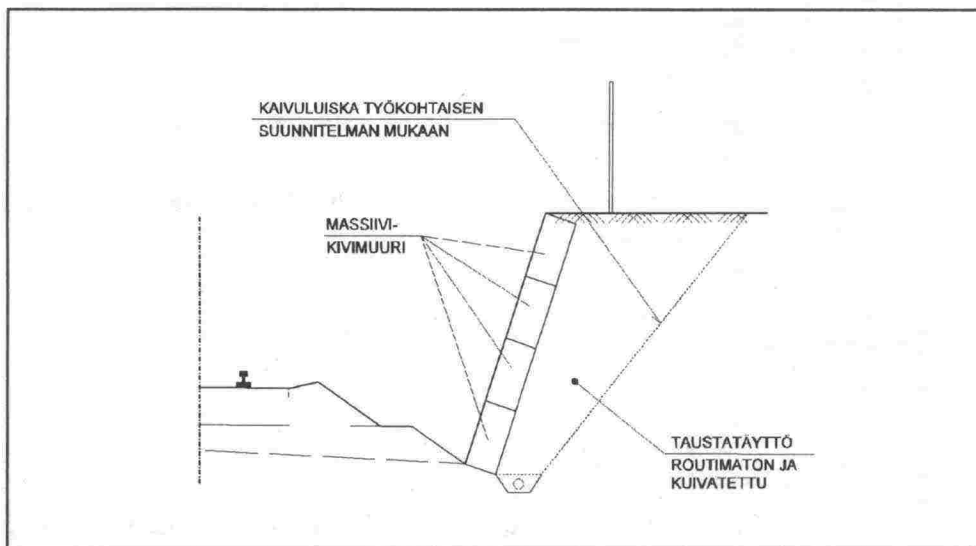
Kivikoreja ja massiivikivimuureja käytetään kohteissa, joissa leikkausluiskia joudutaan jyrkentämään tilan puutteen tai muun syyn takia.

Kivikorien täyttö on tehtävä huolellisesti jälkipainumien välttämiseksi. Niiden mitat, työjärjestys ja materiaalivaatimukset määrätään työkohtaisessa työselityksessä. Kuvassa 6a on esitetty periaatepiirros kivikorirakenteesta.



Kuva 6a. Kivikorirakenne

Massiivikivimuurit tehdään määrämittäisiin työstetyistä massiivikivielementeistä työkohtaisen työselityksen mukaan. Taustatäyttöön on käytettävä routimatonta materiaalia roudattomaan syvyyteen luiskapinnasta mitattuna. Kuvassa 6b on esitetty periaatepiirros massiivikivimuurirakenteesta.



Kuva 6b. Massiivikivimuri

5.1.5.4 Betonitukimuurit ja betonielementtitukimuurit

Käyttötarkoitus vastaa kohdan 5.1.5.3 käyttötarkoitusta.

Paikalla valettavat betonitukimuurit ja betonielementtitukimuurit tehdään työkohtaisen työselityksen mukaan. Taustatäyttöön on käytettävä routimatonta materiaalia roudattomaan syvyyteen tukimuurin pinnasta mitattuna.

Lujitetukimuurit rakennetaan ankkuroimalla tukimurielementit leikkausluiskan taakse tai taustatäyttöön työkohtaisen työselityksen mukaisesti.

5.1.5.5 Luiskan naulaus

Luiska vahvistetaan luiskan taakse injektoitavilla vahvistustangoilla. Tämän jälkeen luiska ruiskubetonoidaan tai vahvistustankoihin kiinnitetään teräksinen tai synteettinen lujiteverkko. Käytettäessä lujiteverkkoa on luiska lisäksi verhoiltava eroosion estämiseksi.

Luiskien naulausta voidaan käyttää kohteissa, missä maaleikkausluiska on tehtävä tilan puutteen takia tai muista syistä normaalikaltevuutta jyrkemmäksi. Luiskien naulausta voidaan käyttää hyvin koossa pysyvissä maalajeissa.

Luiskan naulaus ja sitä käytettäessä tarvittavat luiskan suojausrakenteet esitetään työkohtaisessa työselityksessä.

Ruiskubetonointia käytettäessä tausta on salaojitettava ja routasuojaustarve on esitettävä työkohtaisessa työselityksessä.

5.1.5.6 Luiskapaalutukset

Leikkausluiskien pysyvyyden varmistamiseksi voidaan leikkausluiska vahvistaa luiskapaalutuksella. Paalut lyödään laskennallisesti arvioidun murtumavyöhykkeen alueelle työkohtaisen työselityksen mukaisesti.

Luiskapaalutusta käytetään vain poikkeustapauksissa vahvistamaan kiinteiden savileikkausten vakavuutta. Pehmeissä maalajeissa, kuten lieju tai pehmeä savi, luiskapaalutusta ei saa käyttää.

Luiskapaaluina käytetään yleensä puupaaluja, jotka lyödään työkohtaisessa työselityksessä esitettyyn määräsyytyteen. Paalutus tehdään vähintään kuukausi ennen maaleikkaustöitä. Luiskan lujittumisen nopeuttamiseksi paaluihin voidaan asentaa pystyjojaluiskat. Luiskan paalutus toteutetaan työkohtaisen työselityksen mukaan.

5.1.5.7 Luiskien tuenta- ja vahvistustöiden laatuvaatimukset ja laadunvalvonta

Tuettujen ja vahvistettujen leikkausluiskien mitat tarkastetaan 20 m välein mittaamalla poikkileikkauksen taitepisteet sekä taitepisteiden välit 1 m välein.

Ellei työkohtaisessa työselityksessä ole muuta esitetty, sallitut sijaintipoikkeamat ovat seuraavat:

Keskimääräinen luiskan pinta

- ylöspäin oikeasta tasosta 50 mm
- alaspäin oikeasta tasosta 50 mm.

Yksittäiset poikkeamat

- ylöspäin oikeasta tasosta 100 mm
- alaspäin oikeasta tasosta 100 mm.

5.1.5.8 Työkohtainen työselitys

Leikkausluiskien tuenta- ja vahvistusrakenteet esitetään yksityiskohtaisesti työkohtaisessa työselityksessä ja siihen liittyvissä paalukohtaisissa poikkileikkauksissa. Esitettävät asiat ovat vähintään:

- materiaalivaatimukset
- vahvistusrakenteiden mitat
- työtapo ja työjärjestys
- tiiviystavoitteet
- routaeristerakenteet
- kuivatusjärjestelyt.

5.1.5.9 Työ- ja laatusuunnitelma

Leikkausluiskien tuenta- ja vahvistusrakenteiden osalta työ- ja laatusuunnitelmassa esitetään vähintään seuraavat asiat:

- selvitykset materiaaleista
- selvitykset laaduntarkkailumenetelmistä ja dokumentoinnista
- työvälineet ja kalusto.

5.1.5.10 Kelpoisuuskirja

Leikkausluiskien tuenta- ja vahvistusrakenteiden osalta kelpoisuuskirjassa esitetään vähintään seuraavat asiat:

- materiaalien laatutositteet
- laaduntarkkailutulokset
- poikkeamaraportit
- toteutumapiirustukset.

5.1.6 Leikkausluiskien verhousrakenteet

5.1.6.1 Käyttötarkoitus

Ellei työkohtaisessa työselityksessä ole muuta esitetty, radan leikkausluiskat on aina verhottava eroosiota vastaan.

Jos luiskassa esiintyy pohjavesivirtausta, luiskien eroosio on estettävä suodatinkerroksella ja salaojituksella. Toimenpiteet esitetään työkohtaisessa työselityksessä.

Luiskat on verhottava välittömästi leikkaustyön päätyttyä. Verhouksen teon ja pysyvyyden kannalta on parempi, että luiskia ei tehdä aivan sileiksi, vaan puskukoneen telojen ja kaivukoneen kauhan hampaan jäljet jäävät näkyviin.

5.1.6.2 Nurmetukset ja istutukset

Nurmetukset

Nurmetustöissä noudatetaan voimassa olevaa Kuntaliiton julkaisua "Kunnallisteknisten töiden yleinen työselitys 97", KT97. /11/.

Nurmikkotyypit jaetaan neljään luokkaan (KT 97 kohta 6810):

Nurmikkotyyppi		Hoitoluokka
I	(koristenuurmikko)	AI
II	(käyttönurmi)	AII
III	(puisto- ja katunurmi)	AIII
IV	(luonnonnurmi)	AIV

Asemien ympäristöjen nurmetuksissa käytetään pääsääntöisesti nurmikkotyyppiä I, taajama-alueilla radan luiskaverhouksissa tyyppiä II ja III ja läjitys-, täyttö- sekä maa-ainesten ottoalueilla tyyppiä IV. Niityt ja kedot tehdään aina työkohtaisen työselityksen mukaan.

Hoitoluokitustunnus viittaa Kaupunginpuutarhurien seura ry:n hoitoluokitukseen "Taajaman viheralueiden hoitoluokitus/Luokitus- ja hoito-opas", Kaupunginpuutarhurien Seura ry.1993. /12/.

Nurmikoiden kasvualustan paksuudet tiivistettyinä:

I	(koristenuurmi)	200 mm
II	(käyttönuurmi)	200 mm
III	(puisto- ja katunuurmi)	150 mm
IV	(luonnonnuurmi)	paikalla oleva tai parannettu maa.

Ellei työkohtaisessa työselityksessä toisin määrätä, käytetään eri nurmikkotyypeissä KT97 mukaisia siemenseoksia ja kylvömääriä / KT97 kohta 6810./11/.

Kasvualustan pinnan sitomiseen valmistettuja kemiallisia aineita käytetään lähinnä nurmetettavien luiskien rakentamisessa. Työ tehdään työkohtaisessa työselityksen mukaan.

Urituksella pyritään pysäyttämään veden mukana valuvat siemenet urien pohjalle. Kasvualustan pintaan tehdään 20...40 mm syviä uria noin 50 mm välein luiskan pituussuuntaan.

Istutukset

Kasvualustat tehdään KT97 kohdan 6700 mukaan, istutus- ja viimeistelytyöt KT97 kohtien 6830, 6840, 6850, 6860 mukaan./11/.

Kasvualustojen paksuudet on esitetty taulukossa 1.

Taulukko 1. Istutusten kasvualustojen paksuudet tiivistettyinä.

Kasvityyppi	Yksittäinen kasvualusta		Ryhmäistutus-kasvualusta
	syvyys	halkaisija	
Puut	0,80	1,50	0,80
Pikkupuut	0,60	0,80	
Puut rajatulla kasvialustalla (kuvat 6702 ja 6703 KT97)	1,00	1,00 - 1,50	
Köynnökset	0,80	0,70	0,80
Pensaat	0,50	0,60	0,50
Metsikköistutukset	0,20 - 0,25	0,20	

Isot perennat	0,40 - 0,60	0,50 - 0,80	0,40 - 0,60
Ryhmäruusut	-	-	0,60
Matto- ja maanpeiteperennat	-	-	0,30
Sipuli- ja mukulakasvit	-	-	0,20 - 0,40
Yksivuotiset kukat	-	-	0,25 - 0,40

5.1.6.3 Muut verhousrakenteet

Ristikot

Luiskaristikot rakennetaan käsittelemättömästä, sahapintaisesta puutavarasta. Ristikkomateriaalina voidaan käyttää 22x100 mm lautaa. Luiskaristikot kiinnitetään tuettavaan luiskaan 50x50 mm lahosuojatuilla puutapeilla. Liitoksiin käytetään vain ruostesuojattuja esimerkiksi galvanoituja nauloja, ruuveja tai pultteja. Luiskaristikko asennetaan luiskaan siten, että sen yläpinta on tarkalleen halutun luiskan kaltevuuden mukaisesti ja tulevan kasvualustakerroksen yläpinnan tasalla. Ristikkolaudat asennetaan siten, että ristikot ovat noin 45 asteen kulmassa luiskan laskusuuntaan nähden.

Asennettu ristikko täytetään kasvualustalla alhaalta alkaen siten, että ristikon lautojen yläpinta peittyy kasvualustalla. Tasattu kasvualusta tiivistetään kastelemalla ja mahdollisesti vajaat kohdat täytetään ristikon tasalle.

Pintakäsittelyvaihtoehtoja ovat esimerkiksi:

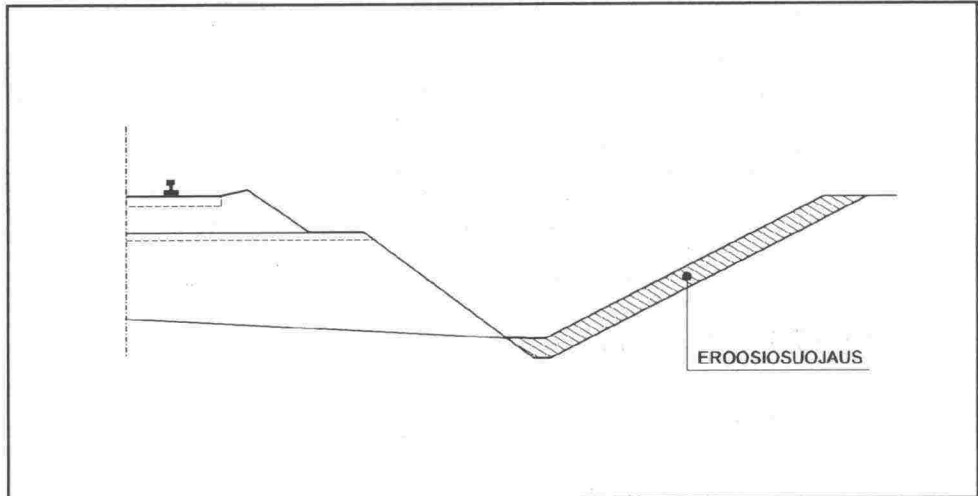
- siirtonurmi
- kylvetty nurmi
- pensas- ja puuistutukset.

Luiskakennot

Luiskakennoja on saatavilla valmiina erilaisina muovisina tai lasikuitukankaisina elementteinä. Luiskakennot tehdään tai valitaan työkohtaisen työselityksen mukaan Luiskakennot kiinnitetään luiskan pintaan esimerkiksi terästapeilla. Kennot täytetään kasvualustalla.

Luiskaverkot

Luiskan kasvualustan pintakerros voidaan sitoa tarkoitusta varten suunnitellulla kuituverkolla tai juuttikangasverkolla, mikäli luiska on tarkoitettu nurmettaa. Verkon asentaminen suoritetaan työkohtaisessa työselityksessä esitetyn mukaisesti.



Kuva 7. Sora- tai murskeverhous

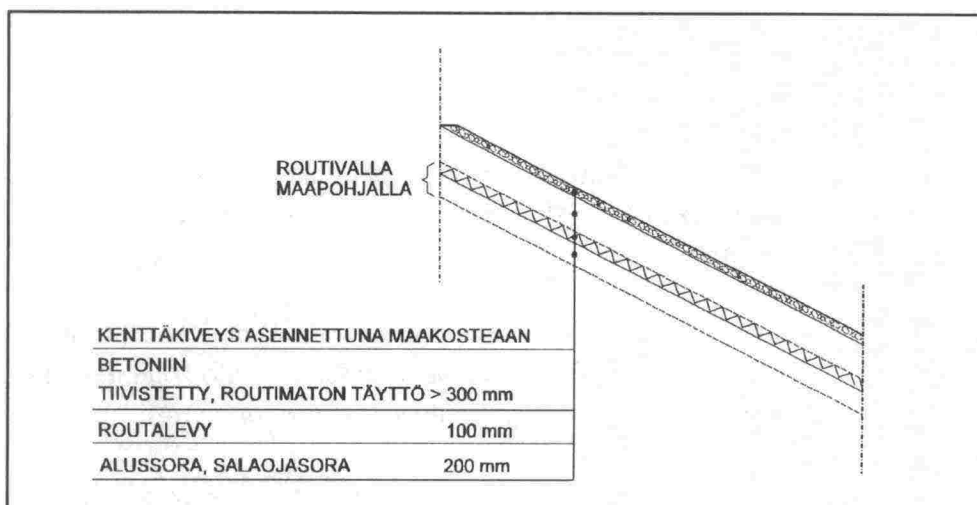
Sora- ja murskeverhous

Sora- tai murskeverhousta käytetään eroosioherkissä, siltti-, silttimoreeni- tai hiekkaluiskissa estämään rataluiskien syöpymistä (kuva 7). Levitettävän materiaalin suurin raekoko on $\frac{2}{3}$ kerrosvahvuudesta. Verhouksen alle tehdään hiekkasuodatin tai asennetaan vettä läpäisevä, huopamainen tarkoitukseen hyväksytty suodatinkangas, jota ei ole kuumakäsitelty. Kerros tiivistetään jyräyksellä tai tärylevyllä.

5.1.6.4 Kenttäkiviverhous ja betonikivet

Kenttäkiviverhous

Kenttäkiviverhous tehdään väläytyistä 150 ... 250 mm kivistä käyttäen kuvan 8 mukaisia materiaaleja ja kerrosvahvuuksia. Kenttäkiveys asennetaan joko maakosteaan betoniin (lujuusluokka K15 - K20) tai tiivistetyn sora-alustan varaan. Kivet ladotaan toisiinsa kiinni. Maakostea betonin käytettäessä asennusbetoni ulottuu puolen kiven korkeuteen. Soraa käytettäessä kivien välit täytetään vastaavasti soralla puolen kiven korkeuteen.

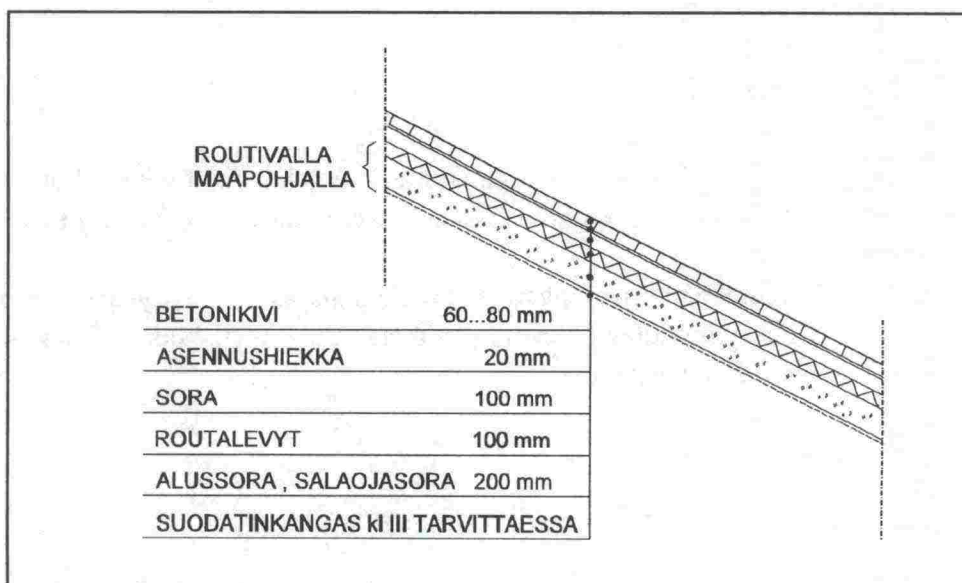


Kuva 8. Kenttäkiviverhous

Maapohjan routimisen estämiseksi asennetaan routaeriste verhouksen alle tai verhouksen alla massat vaihdetaan routimattomiksi. Toimenpiteet esitetään työkohtaisessa työselityksessä.

Betonikivet

Leikkausluiska tasoitetaan lopulliseen korkeuteen ja jyrätään ennen kivien asentamista. Kivet asennetaan vähintään 20...30 mm asennushiekka-kerrokselle noin 2 mm saumoin tai maakosteaan betoniin. Asennustyön jälkeen kiveys tiivistetään. Saumat tiivistetään harjaamalla fillerihiekka kiveyksen yli.

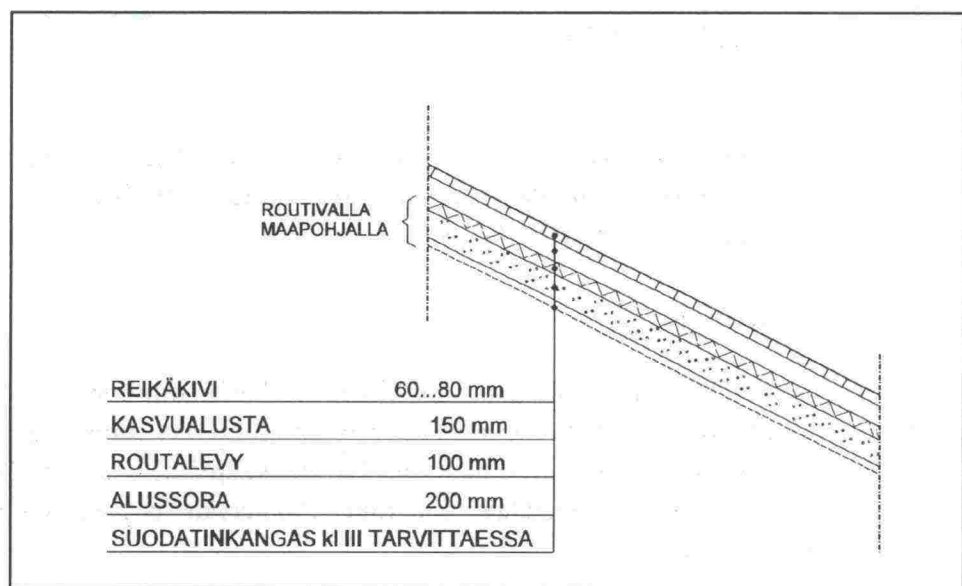


Kuva 9a. Betonikiveys

Ellei työkohtaisessa työselityksessä ole muuta esitetty, tehdään routivassa maalajissa kiveyksen alle kuvan 9a mukaiset kerrokset.

Reikäkivet tai -laatat asennetaan vähintään 150 mm kasvualustalle tiiviisti toisiaan vasten. Jyrkissä (yli 1:1) luiskissa reikäkivet on tapitettava alustaansa.

Routivalla maapohjalla asennetaan verhouksen alle routimisen estämiseksi routaeriste (kuva 9b) tai tehdään massan vaihto roudattomaan syvyyteen. Toimenpiteet esitetään työkohtaisessa työselityksessä.

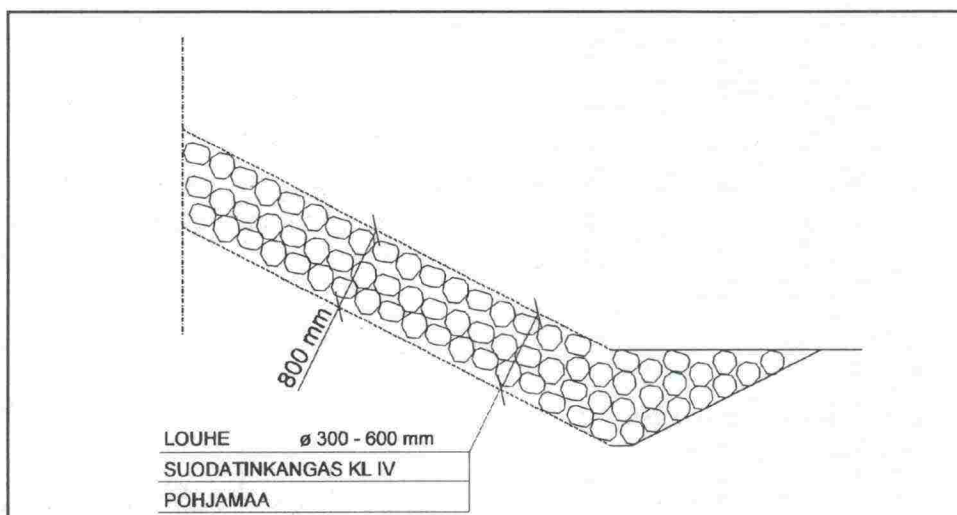


Kuva 9b. Reikäkiveys

5.1.6.5 Louheverhous

Vesistöpenkereiden suojarakenteeksi tehdään louheverhous kuvan 10 mukaisesti, ellei työkohtaisessa työselityksessä ole esitetty toisin.

Rakenteen paksuus määrätään työkohtaisessa työselityksessä, mutta yleensä minimivahvuutena on käytettävä 800 mm. Maksimiraekoko on 2/3 kerrosvahvuudesta.



Kuva 10. Louheverhous

5.1.6.6 Leikkausluiskien verhousrakenteiden laatuvaatimukset ja laadunvalvonta

Leikkausluiskien pinta tasataan verhouksen vaatimaan tasoon. Verhottavia luiskia rakennettaessa otetaan huomioon verhouksen vaatima työvara. Nurmetuksen kasvualustaa ei vaadita louhepohjalle tehtäviä luiskia lukuun ottamatta kuin nurmetusmenetelmässä I.

Rataleikkausluiskien mitat tarkastetaan leikkauksen pituussuunnassa mittauksin 20 m välein.

Ellei työkohtaisessa työselityksessä ole muuta esitetty, verhousrakenteiden sallitut mittapoikkeamat ovat seuraavat:

Valmiin pinnan sallittu poikkeama kohtisuoraan pintaa vastaan:

- ylöspäin suunnitellusta tasosta 50 mm
- alaspäin suunnitellusta tasosta 50 mm.

Valmiin pinnan tasaisuus

- mitattuna oikolaudalla 50 mm/ 3 m.

5.1.6.7 Työkohtainen työselitys

Leikkausluiskien verhousrakenteiden osalta työkohtaisessa työselityksessä esitetään vähintään seuraavat asiat:

- materiaalivaatimukset
- kerrosvahvuudet
- tiiviystavoitteet
- routaeristerakenteet
- kuivatusjärjestelyt.

5.1.6.8 Työ- ja laatusuunnitelma

Leikkausluiskien verhouksen osalta urakoitsija esittää työ- ja laatusuunnitelmassa vähintään seuraavat asiat:

- selvitykset työssä käytettävistä materiaaleista
- selvitykset laaduntarkkailumenetelmistä ja dokumentoinnista
- työvälineet ja kalusto
- työjärjestys
- hoitosuunnitelma (vihertyöt).

5.1.6.9 Kelpoisuuskirja

Leikkausluiskien verhousten osalta kelpoisuuskirjassa esitetään vähintään seuraavat asiat:

- käytetyt materiaalit
- mitta- ja sijaintipoikkeamat
- toteutumapiirustukset.

5.1.7 Siirtymäkiilat

5.1.7.1 Käyttötarkoitus

Siirtymäkiiloja käytetään ratapohjan kantavuus- ja routivuuserojen tasaamiseen. Ratarakenteiden mitoituksessa käytettävät routasyvyyydet on esitetty RAMOn osassa 3 "Radan rakenne"./7/.

Radan pituussuuntaisia siirtymäkiiloja on käytettävä aina seuraavissa tapauksissa

- Kallio- ja maaleikkauksen rajakohdassa (kuvat 11, 13, 14). Kun kallion raja on vinossa ratalinjaan nähden, tehdään siirtymäkiila täyteen syvyyteen koko kallioon rajautuvalla osuudella.
- Kallioleikkauksen ja maapenkereen rajakohdassa (kuva 12)
- Maaleikkauksen ja routivan penkereen rajakohdassa (kuva 15).
- Rumpujen yhteydessä aina, kun rummun yläpinta on lähempänä kuin 2,5 m radan korkeusviivasta. Tätä syvemmälle asennettavien rumpujen yhteydessä siirtymäkiilojen käytöstä on annettu tarkemmat ohjeet RMYTL:n osassa 4 "Kuivatustyöt". /4/.

Radan poikkisuunnassa ei käytetä siirtymäkiiloja, vaan poikkisuunnassa rata leikataan samaan syvyyteen koko leikkauksen osalta.

5.1.7.2 Siirtymäkiilan syvyys

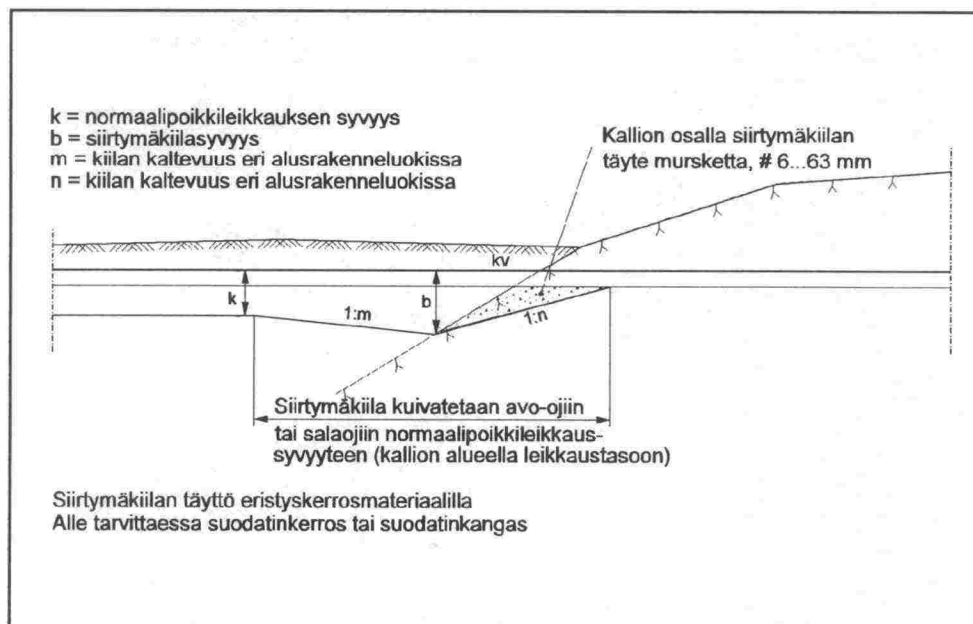
Siirtymäkiila tehdään aina vähintään 300 mm radan rakennekerrosten syvyyttä alemmaksi, kuitenkin vähintään routimattomaan syvyyteen. Kallion ja maan rajakohtaan tuleva siirtymäkiila tehdään aina vähintään 300 mm syvemmäksi kuin alueen routasyvyys, mursketta täyteenä käytettäessä 500 mm alueen routasyvyyttä syvemmäksi.

5.1.7.3 Siirtymäkiilan kaltevuus

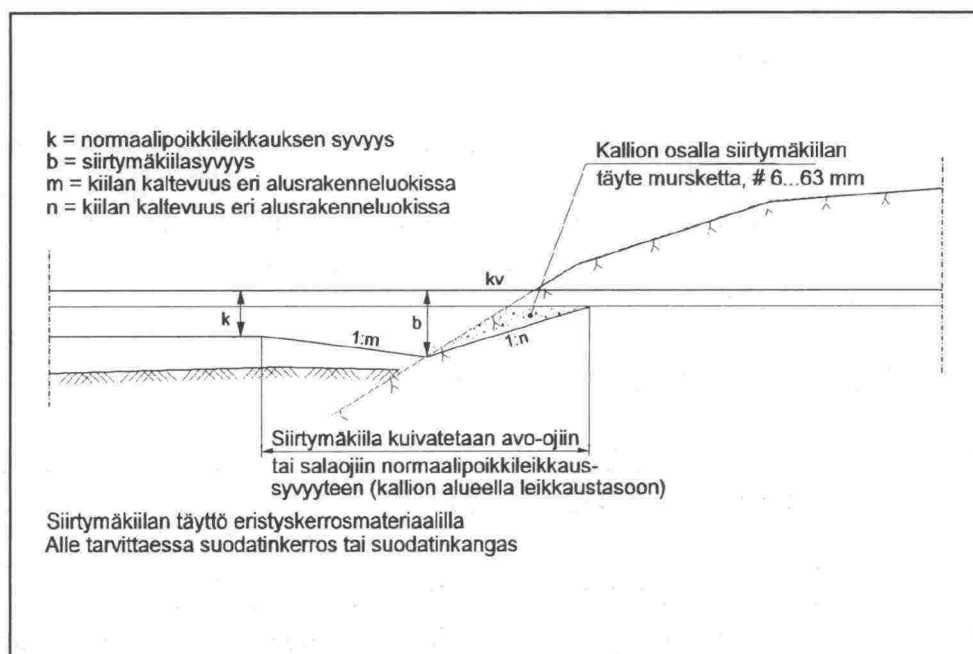
Alusrakenneluokasta riippuen siirtymäkiilat tehdään taulukon 2 mukaisiin kaltevuuksiin (kuvat 11 - 15).

Taulukko 2. Siirtymäkiilojen kaltevuudet (kuvat 11 - 15)

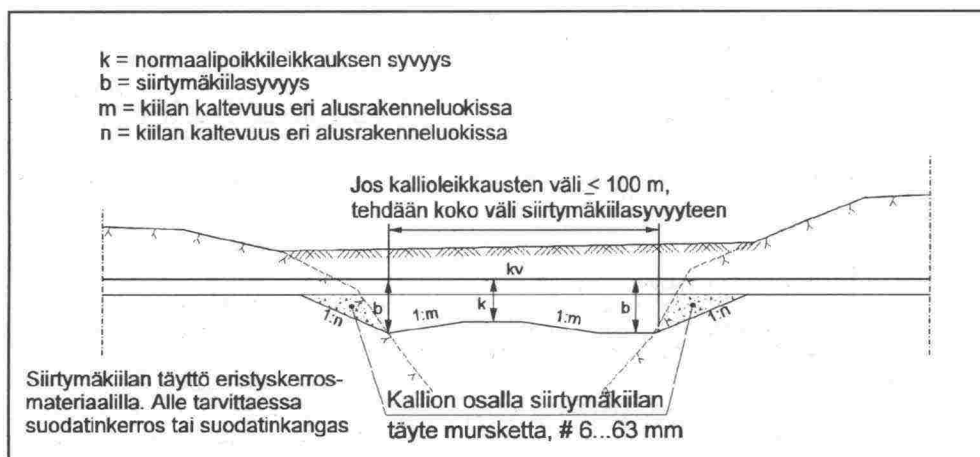
Alusrakenne- luokat (RAMO 3)	Siirtymäkiilan kaltevuus (1:m)	Siirtymäkiilan kaltevuus (1:n)
Luokka 0	1:20	1:4
Luokka 1	1:30	1:4
Luokka 2	1:40	1:10
Luokka 3	1:50	1:10
Luokka 4	1:50	1:10



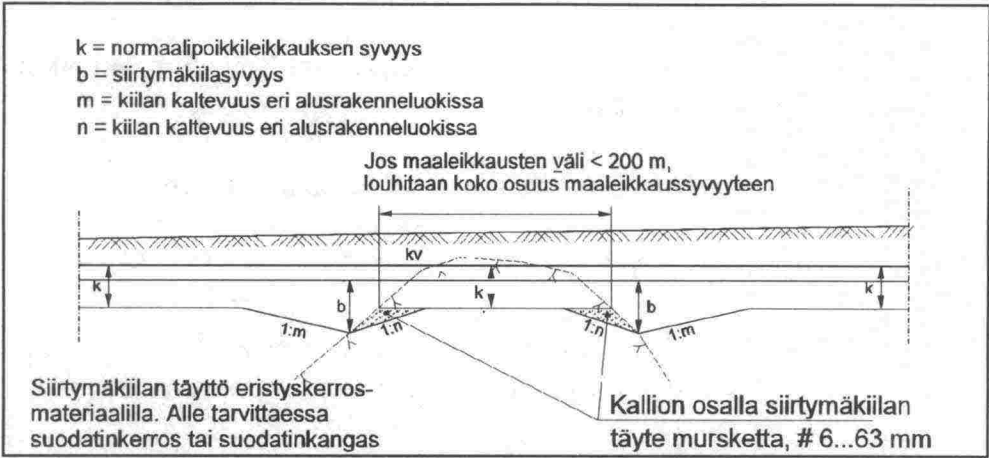
Kuva 11. Routiva maaleikkaus - kallioleikkaus



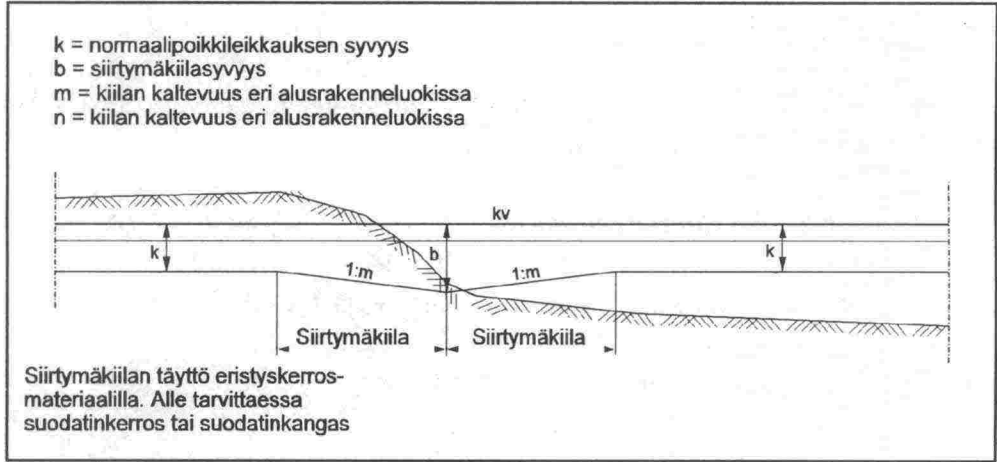
Kuva 12. Penger - kalliioleikkaus



Kuva 13. Siirtymäkiilat kahden kalliioleikkauksen välissä



Kuva 14. Maaleikkauksen pohjatason yläpuolelle nousevien kallioalueiden käsittely



Kuva 15. Routiva maaleikkaus - penger

5.1.7.4 Siirtymäkiilan kuivatustarve

Siirtymäkiilat on aina kuivatettava radan normaalipoikkileikkauksen rakenteen mukaiseen syvyyteen.

5.1.7.5 Siirtymäkiilan laatuvaatimukset ja laadunvalvonta

Materiaalit

Siirtymäkiiloissa käytetään täyteenä ensisijaisesti routimatonta hiekkaa tai soraa. Kallioon liittyvissä käytetään routimatonta mursketta.

Tiivistys

Täyttö tiivistetään radan eristyskerroksen tiiviysvaatimusten mukaiseen tiiviyteen.

Sijainti

Siirtymäkiilan sijainnin suhteen noudatetaan leikkauspohjan ja radan eristyskerroksen vaatimuksia.

5.1.7.6 Työkohtainen työselitys

Siirtymäkiilojen osalta työkohtaisessa työselityksessä esitetään vähintään seuraavaa:

- materiaalivaatimukset
- tiiviysvaatimukset
- kuivatustoimenpiteet.

5.1.7.7 Työ- ja laatusuunnitelma

Siirtymäkiilojen osalta urakoitsija esittää työ- ja laatusuunnitelmassa vähintään seuraavaa:

- käytettävät materiaalit
- työmenetelmät
- kalusto
- laadunvarmistusmenetelmät
- toimenpiteet mahdollisten poikkeamien korjaamiseksi.

5.1.7.8 Kelpoisuuskirja

Siirtymäkiilojen osalta kelpoisuuskirjassa esitetään vähintään seuraavaa:

- käytetyt materiaalit
- laaduntarkkailutulokset
- poikkeamaraportit
- toteutumapiirustukset.

5.2 PINGER

5.2.1 Käyttötarkoitus

Penkereellä tarkoitetaan sitä osaa ratarakenteesta, joka jää pohjamaan ja eristyskerroksen alapinnan väliin. Penkerein tehtävänä on tasoittaa maanpinnan luonnollisia korkeusvaihteluita siten, että radan rakennekerrokset voidaan rakentaa sen päälle. Penger rakennetaan tavallisimmin hiekasta tai sitä karkeammista kivennäismaalajitteista, näitä vastaavista moreenimaalajeista, murskeesta tai pienlouheesta ($\# < 300$).

Pengerrystyöt tehdään työkohtaisessa työselityksessä esitettyjen mittojen mukaisesti. Työssä käytetään sellaisia työmenetelmiä, materiaaleja ja työjärjestystä, että penger täyttää sille tässä työselityksessä asetetut vaatimukset.

5.2.2 Pengerpohjan rakentaminen

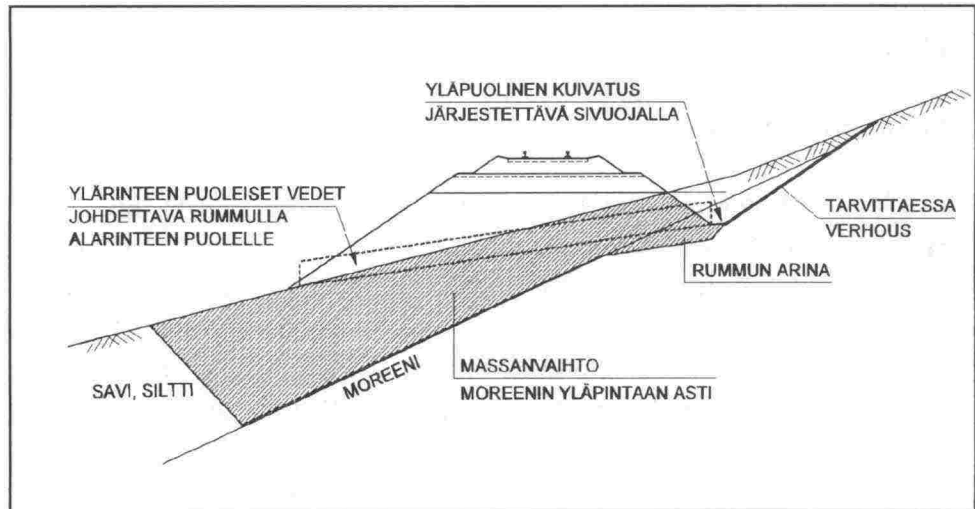
Ennen pengerristyön aloittamista on varmistettava, että alustavat työt on tehty. Näitä töitä ovat mm. rakennusten, rakenteiden, johtojen ja kaapeleiden purku-, siirto- ja suojaustyöt, raivaustyöt, pintamaan poisto, puiden suojaus, mittaus- ja pengermallien asentaminen, rumpu- ja putkitustyöt ympäristäytöineen ja tarvittavat kuivatustyöt sekä muut mahdolliset pengertämisen edellyttämät etukäteen tehtävät työt. Nämä työt tehdään RMYTL:n osan 2 "Alustavat työt" ja RMYTL:n osan 4 "Kuivatustyöt" sekä työkohtaisen työselityksen mukaisesti.

Penkerein perustaminen tai pohjan vahvistaminen tehdään RMYTL:n osan 3 "Perustamis- ja vahvistamistyöt" mukaan./7/.

Sivukaltevilla maastoissa penkerein liukumisriskin estämiseksi tarvittavat toimenpiteet esitetään työkohtaisessa työselityksessä. Kuvassa 16 on esitetty eräs mahdollinen ratkaisu. Kalliopohjalla liukumisriski on tarkastettava pintamaan poiston jälkeen, kun kallio on näkyvissä. Hienorakeisten ja eloperäisten maalajien alueella työkohtaisessa työselityksessä on esitettävä perustamis- ja pohjanvahvistusratkaisut.

Pengerpohjalta on poistettava kivet ja lohkareet, jotka ulottuvat enemmän kuin 300 mm pengerpohjan tason yläpuolelle. Kiviä ei saa jättää missään tilanteessa rakennekerrosten alapinnan yläpuolelle.

Pengerpohja tasataan niin, että yksittäiset painanteet ja kohoumat eivät ylitä 300 mm.



Kuva 16. Ratapohjan käsittely sivukaltevassa maastossa

5.2.2.1 Työkohtainen työselitys

Pengerpohjan osalta työkohtaisessa työselityksessä esitetään vähintään:

- tarkentavat käsittelyohjeet
- kuivatusohjeet pengerkohtaisesti
- sallitut mittapoikkeamat.

5.2.2.2 Työ- ja laatusuunnitelma

Pengerpohjan osalta työ- ja laatusuunnitelmassa esitetään vähintään:

- työssä käytettävä kalusto
- käytettävien valmistuotteiden, mm. suodatinkankaat, kelpoisuuden osoittaminen
- mittaustarkkuus, menetelmät, mittausajankohdat ja dokumentointitapa työmaan tekemille pengerpohjan mittauksille.

5.2.2.3 Kelpoisuuskirja

Pengerpohjan osalta kelpoisuuskirjaan liitetään vähintään seuraavat tiedot:

- mitatut pengerpohjan korkeudet
- poikkeamaraportit
- toteutumapiirustukset.

5.2.3 Maapenger

5.2.3.1 Työjärjestys

Pengerrystyössä noudatetaan työ- ja laatusuunnitelmassa esitettyä työn vaiheistusta ja aikataulua. Pengerrystyöt tehdään siten, että alueet, joilla työkohtaisen työselityksen mukaan on odotettavissa pohjamaan painumista, tehdään mahdollisimman aikaisessa vaiheessa.

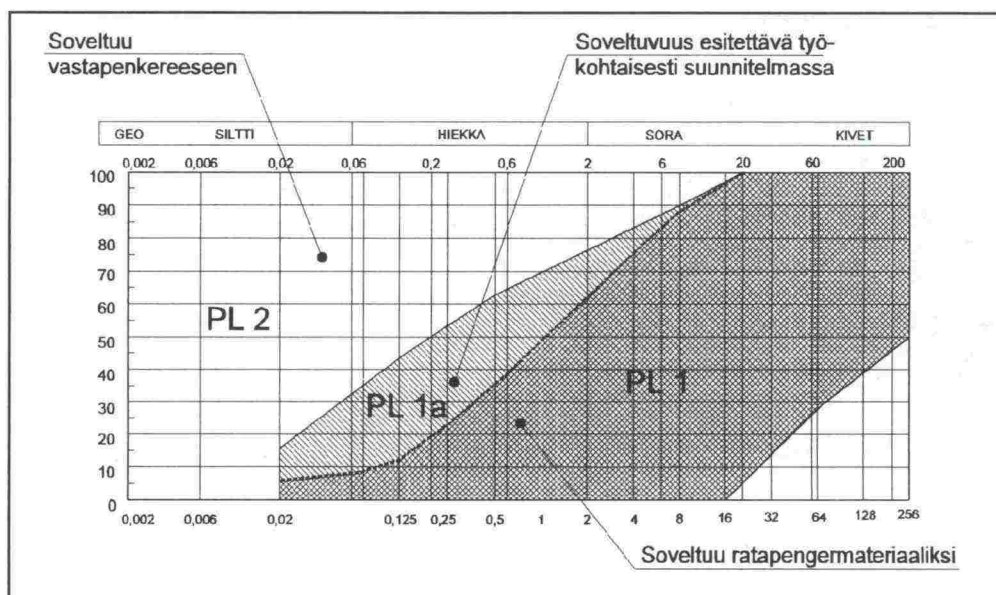
5.2.3.2 Maapenkereen materiaalit

Pengermateriaalina voidaan käyttää hiekkaa ja sitä karkeampia kivennäismaalajeja sekä niitä vastaavia moreenimaalajeja. Käytettävät materiaalit on esitetty kuvissa 17a, 17b ja 18.

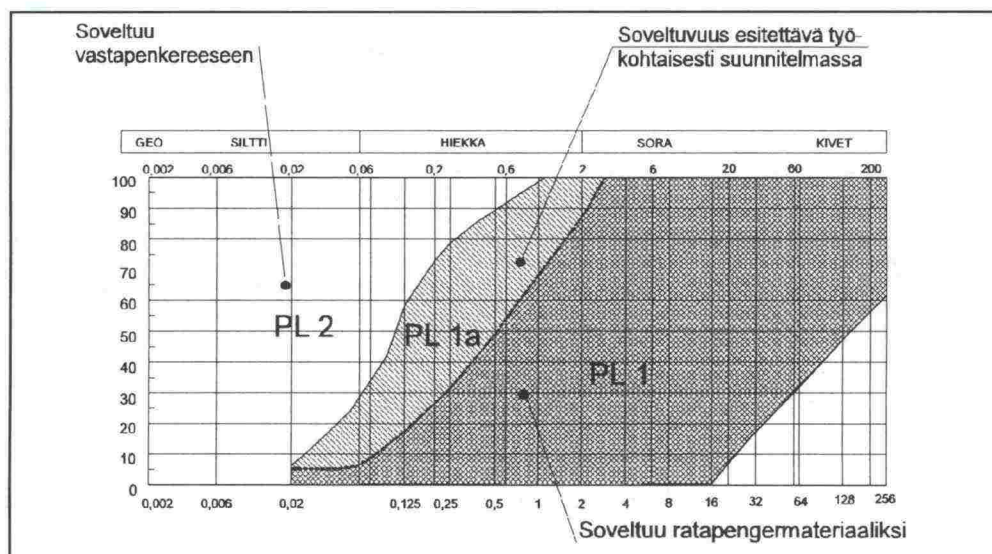
Maalajien käytettävyyteen vaikuttaa olennaisesti paikalliset olosuhteet mm. vesipitoisuus, häiriintymisherkkyys, pohjaveden pinnan sijainti ja vuodenaika. Työkohtaisessa työselityksessä tarkennetaan massojen käyttökelpoisuus ja työtavat paikallisten olosuhteiden mukaan.

Penkereeseen käytettävä materiaali ei saa sisältää kiviä, joiden läpimitta on suurempi kuin puolet kerralla tiivistettävän kerroksen paksuudesta.

Pengermateriaalina voidaan käyttää myös mursketta 0...150 mm. Läpäisyarvoja 60 % ja 10 % vastaavien raekokojen perusteella laskettavan raekokosuhteen tulee toteuttaa ehto $d_{60}/d_{10} > 5$. Maksimiraekoko ei saa olla enempää kuin puolet kerralla tiivistettävän kerroksen paksuudesta.



Kuva 17a. Moreenien soveltuvuus pengermateriaaliksi

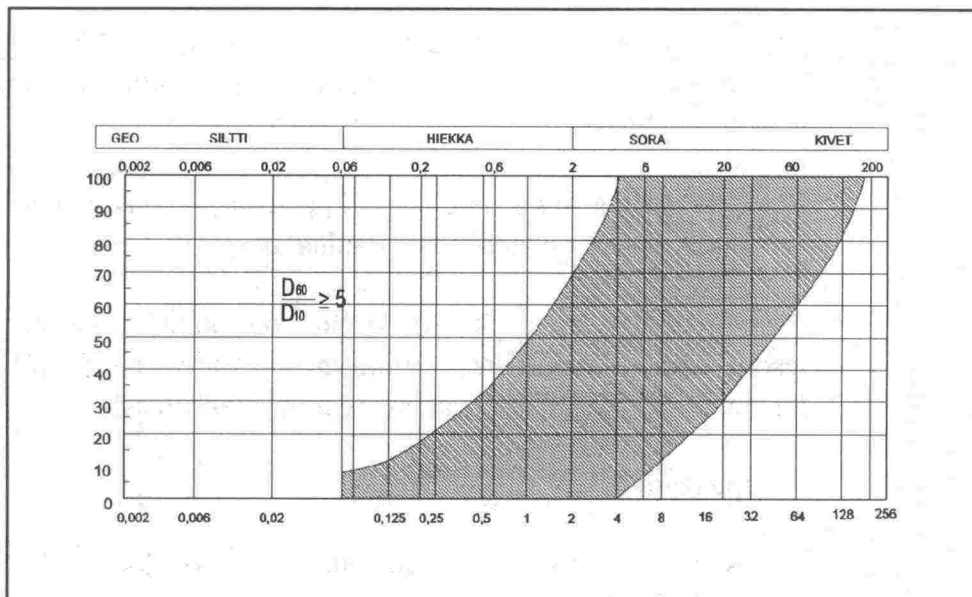


Kuva 17b. Karkearakeisten maalajien soveltuvuus pengermateriaaliksi

PL 1: Rakeisuusalueella PL 1 pengerrys- ja tiivistämisessä ei yleensä esiinny vaikeuksia. Tämän ryhmän maalajit soveltuvat pengermateriaaleiksi myös kuivatyönä tehtävissä massanvaihdossa. Hienoainespitoisuus < 8 %.

PL 1a: Rakeisuusalueella PL 1a hienoainespitoisuus < 35 %. Materiaalin käyttö penkereessä edellyttää, että penkereeseen tehdään korkeussuunnassa noin 1...2 m välein vähintään 300 mm paksuinen vaakasuora vettä johtava kerros karkeammasta materiaalista, esimerkiksi sorasta (sandwich-rakenne).

PL 2: Rakeisuusalueella PL 2 materiaali soveltuu vastapenkereisiin.



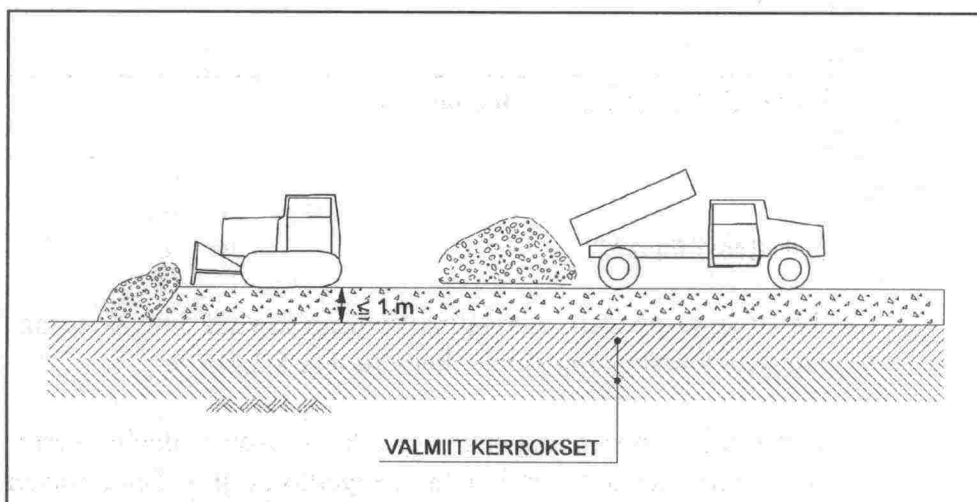
Kuva 18. Pengermateriaalina käytettävän kalliomurskeen rakeisuusohjealue

5.2.3.3 Maapenkereen rakentaminen

Ratapenkereet tehdään yleensä kerrospengerryksenä. Talvirakentamisessa voidaan käyttää kiilapengerrystä

Kerrospengerryys

Kerrospengerryys tehdään vaakasuorina, täyslevyisinä kerroksina kuvan 19 mukaisesti. Penger on tehtävä työvaiheessa niin leveäksi, että rakenne on tiivistettynä vaadittujen mittojen mukainen.



Kuva 19. Kerrospengerryksen periaate

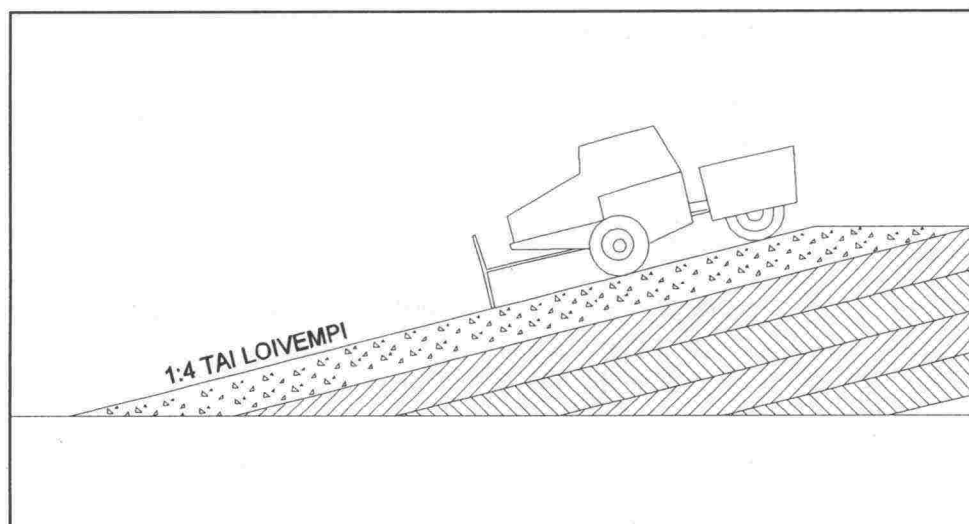
Levitys tehdään tavallisimmin puskutraktorilla. Myös puskulevyllä varustettua pyörätraktoria, tiehöylää tai pyöräkuormaajaa voidaan käyttää materiaalin levitykseen.

Levitettävän kerroksen paksuus riippuu käytettävissä olevasta tiivistyskalustosta ja kerrosmateriaalista (taulukko 3).

Pengerrettäessä routivilla massoilla on kunkin kerroksen yläpinta tasoitettava ja muotoiltava riittävän sivukaltevaksi (1:20), jotta vedet kulkeutuvat mahdollisimman nopeasti pois rakenteesta.

Kiilapengerrys

Talvikautena kerrospengerryksen sijasta voidaan käyttää kiilapengerrystä (kuva 20). Penkereen pää rakennetaan radan pituussuuntaan nähden 1:4 tai loivempina kerroksina. Kerrospaksuudet ja tiivistysvaatimukset ovat samat kuin kerrospengerryksessä. Kiilapengerrys tehdään mieluiten yhdistelmäkoneella, joka levittää ja tiivistää.



Kuva 20. Kiilapengerryksen periaate

Talvirakentaminen

Talvityössä pengermateriaalina voidaan käyttää kuivaa soraa ja hiekkaa, karkeita murskeita ja pienlouhetta (kohta 5.2.4).

Lumi ja jää poistetaan penkereen alta ja tekeillä olevien kerrosten välistä. Jäätynyttä maata ei saa käyttää pengertäyttöihin. Pengermateriaali ei saa sisältää lunta, jäätä eikä jäätäneitä maakokkareita (kameja).

Pengermateriaali levitetään ja tiivistetään välittömästi kuorman kaadon jälkeen, ettei se ehdi jäätyä. Jäätynyttä pengermateriaalia ei voi tiivistää. Jatkettaessa työtä on etuluiskan jäätynyt osa poistettava. Radan rakennekerrokset tehdään vasta, kun routa on sulanut penkereestä.

Talvikautena tiivistystyössä suositellaan käytettäväksi itse kulkevia jyriä.

5.2.3.4 Maapenkereen tiivistäminen

Kukin kerros ja pengertäytteen yläpinta tiivistetään koko leveydeltään käyttäen kerrospaksuudesta riippuen kulloinkin tarkoitukseen soveltuvaa tiivistyskalustoa ja taulukon 3 mukaisia ohjeellisia jyräskertamääriä.

Hyvän esitiivistyksen aikaansaamiseksi on kuljetuskaluston kulkureitit ohjattava tasaisesti koko tiivistettävälle alueelle. Levitys ja tiivistys tehdään välittömästi kuorman tyhjentämisen jälkeen, koska materiaali on yleensä tällöin tiivistämisen kannalta sopivimmassa kosteudessa.

Riittävä tiiviys saavutetaan tiivistettävän maa-aineksen kosteuden ollessa lähellä optimivesipitoisuutta. Maalajin optimivesipitoisuus ja kuivairtitiheyden maksimiarvo määritetään parannetulla Proctor-kokeella.

Tarvittaessa tiivistettävän kerroksen koko alueelle on lisättävä vettä sopivan kosteuden saavuttamiseksi. Tiivistettävän kerroksen ollessa liian kostea, voidaan vesipitoisuutta pienentää tiivistämällä täytön väliin erillinen lisäkerros kuivasta, hyvin vettä johtavasta pengermateriaalista.

Vesipitoisuus ja tiiviys voidaan likimääräisesti mitata työkohteessa säteilymittareilla.

Kunkin kerroksen tiivistämistyön yhteydessä on kerroksen pinta muotoiltava ja tasoitettava niin, ettei pinnalle jää vettä kerääviä painanteita

Riittävän tiiviiden saavuttamiseksi käytetään kuhunkin tarkoitukseen sopivia staattisia tiivistyskoneita kuten sileävalssi- ja kumipyöräjyriä, dynaamisia tiivistyskoneita kuten täryjyriä tai näiden yhdistelmiä. Soran ja hiekan tiivistämiseen soveltuvat yleensä parhaiten dynaamiset tiivistyskoneet ja kumipyöräjyrit, runsaasti hienoaineksia sisältävien kerrosten tiivistämiseen kumipyörä- ja sileävalssijyrit.

Tiivistystyön onnistuminen on saatava selvitettyä mahdollisimman nopeasti pengerrustyön aikana. Tähän tarkoitukseen soveltuvat parhaiten itse mittaavat jyrit.

Tiivistetyn materiaalin löyhtymisen välttämiseksi ohjeellisia tiivistämiskertamääriä ei saa ylittää (taulukko 3).

Penkereen rakentaminen murskeesta

Penger rakennetaan murskeesta maapenkereen rakentamisen työtapoja käyttäen. Erityistä huomiota murskepenkereen rakentamisessa tulee kuitenkin kiinnittää siihen, että materiaali ei lajitu kuljetuksen ja levittämisen yhteydessä ja että tiivistyskalusto soveltuu murskemateriaalin tiivistämiseen.

Tiivistystyössä noudatetaan taulukossa 3 esitettyjä kerrospaksuuksia ja jyräskertamääriä. Tiivistettävän materiaalin vesipitoisuus saa tiivistämisen aikana poiketa optimiarvostaan enintään 2 prosenttiyksikköä.

Tiivistäminen talvikautena

Talvikautena on tärkeää suorittaa tiivistys nopeasti. Se voidaan tehdä edestakaisena liikkeenä esimerkiksi 30...50 m osuuksissa.

Taulukko 3. Tiivistyskoneiden ohjeellinen jyräskertamäärä eri kerrospaksuuksilla maa-aineksen ollessa lähellä optimivesipitoisuutta

Tiivistysväline	Massa t	Sopiva kerrospaksuus mm	Jyräskertamäärän ohjealue	Sopiva keskim. jyräskertamäärä 1)	Huomautuksia
Täryjyvä	< 5	≤ 400	3-6	4	Eivät sovellu, jos hienoainepitoisuus on suurempi kuin 20 %
"	5-8	≤ 600	3-6	4	
"	> 8	≤ 800	3-6	4	
Kumipyöräjyvä	< 20	≤ 300	8-12	10	Rengaspaine hiekkaisilla maalajeilla 300 kPa, soraisilla 600 kPa
"	> 20	≤ 500	8-12	10	
Sileävalssijyvä	n. 10	≤ 200	5-8	7	Soveltuu viimeistelyjyräyksiin
Tärylevyt	0,2-0,5	200-300	3-6	5	Soveltuvat karkearakeisten maalajien tiivistämiseen erikoisrakenteissa

1) Kivisyys lisää jyräskertojen lukumäärän tarvetta

Verhousrakenteet

Hiekasta ja hiekkamoreenista tehtyjen penkereiden luiskat verhotaan penkereen etenemistä vastaavasti työkohtaisessa työselityksessä esitetyllä tavalla.

5.2.3.5 Maapenkereiden laatuvaatimukset

Maapenkereiden tiiviys- ja kantavuusvaatimukset

Penkereiden kantavuus- ja tiiviysvaatimukset esitetään työkohtaisessa työselityksessä. Penkereen tiiviystarkkailu tehdään kohdassa 5.2.3.6 "Maapenkereiden laadunvalvonta" esitettyjä vaihtoehtoisia tiiviystarkkailumenetelmiä käyttäen.

Tiiviysasteen ja levykuormitusmodulien keskiarvovaatimukset pengermateriaaleille on esitetty taulukossa 4. Niitä noudatetaan, ellei työkohtaisessa työselityksessä ole muuta esitetty.

Taulukko 4. Penkereen tiiviysasteen ja levykuormitusmodulien vaatimukset

Etäisyys radan Kv:sta	Vaadittu tiiviysaste		1) E ₂ (MPa)	
	keski-määrin	minimi	keski-määrin	minimi
< 3,0 m	93 %	90 %	120	100
> 3,0 m	90 %	88 %	100	90

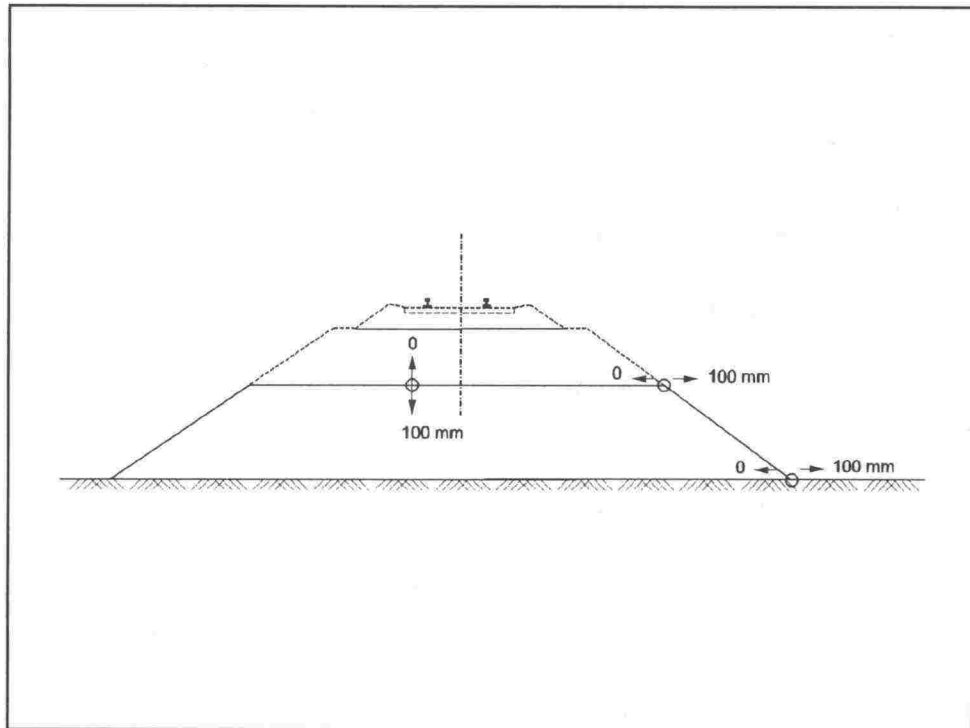
1) pengertäyte mursketta tai soraa (vrt. Kuva 26).

Penkereiden sallitut mittapoikkeamat

Pengerluiskat tehdään suoriksi tasoiksi siten, että pinnoille ei jää epätasaisuutta. Sallitut poikkeamat ovat kuvan 21 mukaiset, ellei työkohtaisessa työselityksessä ole muuta esitetty.

Alueiden, joilla käytetään nurmetusmenetelmää I ja II, sekä nurmetettavien penkereiden ja täyttöjen sekä muiden työkohtaisessa työselityksessä erikseen osoitettujen alueiden tulee täyttää koneellisen niiton asettamat vaatimukset. Niittoalueella tasaisuusvaatimus on 50 mm 2 m matkalla ja muualla riittää huolellista puskutasausta vastaava tasaisuus.

Penkereen tiivistetyn yläpinnan tulee olla työkohtaisen työselityksen mukaisessa muodossa ja korkeudessa. Pintaan ei saa jäädä vettä kerääviä painanteita.



Kuva 21. Penkereen sallitut mittapoikkeamat

5.2.3.6 Maapenkereiden laadunvalvonta

Penkereen mitat ja laatuvaatimukset esitetään työkohtaisessa työselityksessä. Mitat tarkastetaan maastossa 20 m välein mittaamalla poikkileikkauksen taitepisteet sekä taitepisteiden välit 1 m välein.

Pengermateriaalin laadunvalvonta

Pengertäytteenä käytettävistä materiaaleista määritetään maalaji ja vesipitoisuus ennen niiden käyttöönottoa sekä työn kestäessä kutakin alkavaa 500 m³:n määrää kohti. Tarvittaessa otetaan lisänäytteitä.

Tiiviyyden valvonta

Penkereen tiiviyyttä tarkkaillaan työkohtaisessa työselityksessä esitettyjen ohjeiden mukaisesti.

Ellei työkohtaisessa työselityksessä ole muuta esitetty, penkereiden tiiviyyttä tarkkaillaan sekä työmenetelmätarkkailuna, joka käsittää kerrospaksuuksien, jyräskertojen ja pengermateriaalin laadunvalvonnan että kokeellisena tarkkailuna seuraavassa esitetyn mukaisesti.

Työn alussa tehdään tiivistyskokeita oikeiden työmenetelmien varmistamiseksi.

Penkereen tiiviys määritetään vesivolymetrikokeella tai levykuormitus-kokeella. Mursketta käytettäessä pengertäytteen tiiviys määritetään levykuormituskokeella.

Työmenetelmään perustuva tarkkailu

Työmenetelmiä seurataan jatkuvasti ja tiivistystyössä noudatetaan kappaleessa 5.2.3.4 annettuja ohjeita.

Kokeellinen tarkkailu (vesivolymetrikoe tai levykuormituskoe)

Penkereen tiiviyttä tarkkaillaan kunkin kerroksen päältä seuraavasti:

- raiteen keskellä kunkin raiteen kohdalla 150 m välein
- penkereen reunoilla 300 m välein vuorotellen molemmin puolin, 1 m etäisyydellä penkereen reunasta
- itsemittaavia jyriä käytettäessä kokeellinen tarkkailu tehdään jokaisesta kerroksesta raiteen keskeltä 400 m välein ja reunoilta 800 m välein.

Vesivolymetrillä mitattu koetulos muunnetaan kuivatilavuuspainoksi ja tulosta verrataan samasta pengermateriaalista parannetulla Proctor-kokeella todettuun maksimikuivatilavuuspainoon. Levykuormituskokeesta saatuja arvoja verrataan tavoitearvoihin. Levykuormituskokeen tekeminen on esitetty Tielaitoksen julkaisussa "Rakentamisen laadunvarmistus, alusrakenteen ja päällysrakenteen sitomattomat osat"/13/.

5.2.3.7 Työkohtainen työselitys

Maapenkereiden osalta työkohtaisessa työselityksessä esitetään vähintään:

- töiden yleisjärjestelyjä koskevat ohjeet ja määräykset
- materiaalivaatimukset
- tiiviysvaatimukset
- penkereen mitat ja sallitut mittapoikkeamat
- laadunvalvontaohjeet
- painuma- ja siirtymätarkkailu.

5.2.3.8 Työ- ja laatusuunnitelma

Urakoitsija esittää työ- ja laatusuunnitelmassa vähintään seuraavat asiat:

- materiaalien hankinta
- pengerrystapa
- levityskalusto
- tiivistyskalusto
- laadunvarmistusmenetelmät ja dokumentointitapa.

5.2.3.9 Kelpoisuuskirja

Maapenkereiden osalta kelpoisuuskirjassa esitetään vähintään seuraavat tiedot:

- pengermateriaalit
- tiiviyskokeiden tulokset
- sallittujen mittapoikkeamien ylitykset sekä niiden aiheuttamat korjaustoimenpiteet
- toteutumapiirustukset.

5.2.4 Louhepenger

5.2.4.1 Louhepenkereen käyttötarkoitus

Louhetta voidaan käyttää pengertäytteenä, kun pengertäytteen kokonaispaksuus rakennekerrosten alapuolella on vähintään 1 m sekä vesistöpenkereissä. Vesistöpenkereen teko on esitetty RMYTL:n osassa 3 "Perustamis- ja vahvistamistyöt" /3/.

5.2.4.2 Louhepenkereen materiaali

Suurin sallittu louhekoko yläpuolisen rakennekerrosmateriaalin lajittumisen estämiseksi ja penkereen tiivistyvyyden varmistamiseksi on 300 mm.

5.2.4.3 Louhepenkereen rakentaminen

Työ suoritetaan kerrospengerryksenä enintään 1 m kerroksina, ellei työkohtaisessa työselityksessä ole toisin määrätty. Pengermateriaali puretaan penkereen päälle, mistä se pusketaan alas puskutraktorilla tai vastaavalla.

Kukin kerros tiivistetään vähintään 8 t tärjyryllä tiivistyskertojen määrän ollessa vähintään 6. Itsemittaavan jyrän käyttö on suositeltavaa.

Talvityössä lumi ja jää poistetaan penkereen alta ja tekeillä olevien kerrosten välistä. Pengertäyte ei saa sisältää lunta, jäätä eikä jäätyneitä aineksia.

Pengertä ei saa päästää jäätymään työvaiheen aikana. Mahdollisesti jäätynyt kerros on poistettava ennen työn jatkamista.

5.2.4.4 Louhepenkereen yläpinnan kiilaus ja tiivistäminen

Kiilausmateriaalina käytetään routimatonta mursketta, jonka raekoko on 0...63 mm. Kiilauskerrokset tiivistetään vähintään 5 t tärjyryllä tiivistyskertojen määrän ollessa vähintään 5.

Murskekiilaus tehdään 0,3 m paksuisella kerroksella, ellei työkohtaisessa työselityksessä ole toisin esitetty.

Kiilauskerroksen kantavuus- ja tiiviysvaatimukset ovat samat kuin maapenkereillä (taulukko 4).

5.2.4.5 Louhepenkereen suojarakenteet

Louhepenger verhotaan työkohtaisen työselityksen mukaisesti. Louhepenkereen läpi tuulettumisen estämiseksi on louhepengerluiskat tasattava ja verhottava työkohtaisen työselityksen mukaisesti.

5.2.4.6 Louhepenkereen laatuvaatimukset ja laadunvalvonta

Sallitut mittapoikkeamat

Louhepenkereen sallitut mittapoikkeamat ovat kuvan 21 mukaiset.

Penkereen mitat ja laatuvaatimukset esitetään työkohtaisessa työselityksessä. Mitat tarkastetaan 20 m välein. Kussakin poikkileikkauksessa mitataan taitepisteet ja niiden väliset osuudet 1 m välein.

Tiiviys ja kantavuus

Louhepenkereiden tiiviyttä ja kantavuutta valvotaan kohdassa 5.2.3.6 esitetyn työmenetelmätarkkailun periaatteiden mukaisesti ellei työkohtaisessa työselityksessä muuta esitetä.

Kiilauskerroksen tiiviyttä valvotaan työmenetelmätarkkailun lisäksi levykuormituskokein kunkin raiteen kohdalla 150 m välein ja penkereen reunoilla 300 m välein vuorotellen molemmin puolin ellei työkohtaisessa työselityksessä ole muuta esitetty.

5.2.4.7 Työkohtainen työselitys

Louhepenkereiden teon työkohtaisessa työselityksessä esitetään vähintään:

- töiden yleisjärjestelyjä koskevat ohjeet ja vaatimukset
- tarkentavat materiaalivaatimukset
- tarkentavat laadunvalvontaohjeet
- painuma- ja siirtymätarkkailu.

5.2.4.8 Työ- ja laatusuunnitelma

Louhepenkereiden teon osalta urakoitsija esittää työ- ja laatusuunnitelmassa vähintään:

- kalusto
- materiaalien hankinta
- työaikataulu
- työjärjestys
- laadunvarmistusmenetelmät ja dokumentointitapa.

5.2.4.9 Kelpoisuuskirja

Louhepenkereiden osalta kelpoisuuskirjassa esitetään vähintään seuraavat tiedot:

- tiivistyskokeiden tulokset
- tarkemittaukset
- painuma- ja siirtymämittaustulokset
- toteutumapiirroksot

5.2.5 Vastapenger

5.2.5.1 Vastapenkereen käyttötarkoitus

Vastapenkereitä käytetään penkereen stabiliteetin parantamiseen huonosti kantavilla pohjamaa-alueilla.

5.2.5.2 Vastapenkereen materiaali

Vastapenkereissä voidaan käyttää kaikkia muita paitsi eloperäisiä materiaaleja. Käytettävät materiaalit esitetään työkohtaisessa työselityksessä.

5.2.5.3 Vastapenkereen rakentaminen

Vastapenger tehdään kerrospengerryksenä kohdan 5.2.3.3 mukaisesti.

Vastapenkereet tehdään työkohtaisessa työselityksessä esitettyjen tai työn aikana rakennuttajan esittämien mittojen mukaisesti. Jos massamäärät ylittyvät suunnitellusta 10 %, eikä vastapenkereen yläpinta ole suunnitelman mukaisessa tasossa, on työ keskeytettävä ja otettava yhteyttä rakennuttajaan. Määrät mitataan irtotodellisina kuutioina (m³itd). Vastapenkereitä ei saa suurentaa ylijäämämassoilla.

Vastapenkereet rakennetaan työkohtaisessa työselityksessä esitetyn levyisinä ja siten, ettei penkereen pinnan ja vastapenkereen pinnan korkeusero missään työvaiheessa ylitä työkohtaisessa työselityksessä esitettyä korkeuseroa.

Ratojen parannustoissa on vastapenger tehtävä ennen ratapenkereen korotusta. Uusilla radoilla vastapenger rakennetaan ratapenkereen kanssa samanaikaisesti.

Vastapenkereen pinta tasataan siten, että vesi ei lammikoidu penkereen pinnalle. Radan rakennekerrosten kuivatus on järjestettävä vastapenkereen läpi työkohtaisen työselityksen mukaisesti.

Vastapengeralueiden vieressä ei saa tehdä työkohtaisessa työselityksessä esitetystä poikkeavia ojia tai muita vakavuutta heikentäviä kaivantoja.

Suoalueilla ja muilla heikosti kantavilla alueilla on maapohjan murtumisen estämiseksi kuormat kaadettava vastapenkereen päälle vähintään 5 m kerroksen reunasta ja työnnettävä kevyellä puskukoneella lopulliselle paikalle. Pohjan kantavuutta voidaan parantaa latomalla pohjalle karsittua pienpuuta tai asentamalla pohjalle lujitekangas.

Vastapenger verhotaan työkohtaisessa työselityksessä esitetyn mukaisesti.

5.2.5.4 Vastapenkereen laatuvaatimukset ja laadunvalvonta

Sallitut mittapoikkeamat ovat seuraavat:

- vastapenkereen leveys 0 ...+500 mm
- vastapenkereen korkeus 0 ...+200 mm

Vastapenkereen mitat ja laatuvaatimukset esitetään työkohtaisessa työselityksessä. Mitat tarkastetaan 20 m välein mittaamalla taitepisteet ja näiden välit 3 m välein.

5.2.5.5 Työkohtainen työselitys

Työkohtaisessa työselityksessä esitetään vähintään:

- vastapenkereen mitat
- materiaali ja vaadittu tilavuuspaino
- paalukohtaiset poikkileikkaukset
- kuivatusjärjestelyt

5.2.5.6 Työ- ja laatusuunnitelma

Noudatetaan soveltaen kohtaa Maapenger 5.2.3

5.2.5.7 Kelpoisuuskirja

Noudatetaan soveltaen kohtaa Maapenger 5.2.3

5.2.6 Vesistöpenger

Vesistöpenkereet tehdään RMYTL:n osan 3 "Perustamis- ja vahvistamistyöt" mukaan./3/.

5.3 ALUSRAKENNE

5.3.1 Suodatinkerros

5.3.1.1 Suodatinkerroksen käyttötarkoitus

Suodatinkerrosta käytetään leikkauspohjalla estämään rakennekerrosten materiaalin sekoittuminen pohjamaahan.

Suodatinkerroksen tarve määritellään työkohtaisessa työselityksessä. Suodatinkerroksen tarvetta voidaan arvioida päällekkäisten materiaalien raekokosuhteen perusteella nk. Terzaghin suodatinkriteerin mukaisesti:

$$D_{15} / d_{85} < 5,$$

missä

- D_{15} on rakeisuudeltaan karkeamman materiaalin (eristyskerrosmateriaali) läpäisyprosenttia 15 vastaava raekoko
- d_{85} on rakeisuudeltaan hienomman materiaalin (pohjamaa) läpäisyprosenttia 85 vastaava raekoko.

Suodatinkerros tarvitaan, ellei edellä esitetty ehto toteudu.

5.3.1.2 Suodatinkerroksen materiaali

Murske

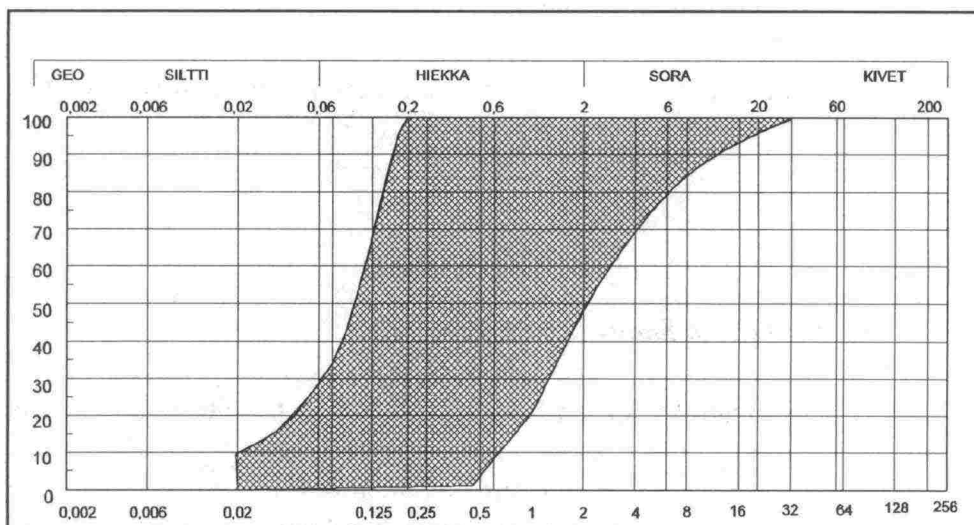
Murskeesta rakennetun eristyskerroksen alle tuleva suodatinkerros voidaan tehdä hiekasta tai 2...4 mm murskeesta, jonka rakeisuus täyttää yllämainitun suodatinkriteerin sekä alapuolelle jäävän että yläpuolelle tulevan materiaalin suhteen. Suodatinkerroksen paksuuden on oltava vähintään 300 mm.

Hiekka

Ellei työkohtaisessa työselityksessä muuta esitetä, suodatinkerros tehdään kuvan 22 mukaisesta hiekasta 300 mm paksuisena. Suodatinhiekkamateriaalin kapillaarinen nousukorkeus ei saa ylittää 0.7 m, jolloin materiaali ei roudi.

Suodatinkangas

Suodatinkerros voidaan korvata suodatinkankaalla vain työkohtaisen työselityksen mukaisesti.



Kuva 22. Suodatinhiekan rakeisuusohjealue

5.3.1.3 Suodatinkerroksen työmenetelmät

Ennen suodatinkerroksen tekoa tarkastetaan leikkauspohjan taso ja muoto sekä tehdään tarvittavat korjaukset

Suodatinkerros tehdään työkohtaisen työselityksen mukaisin mitoin yhtenä tasapaksuisena kerroksena.

5.3.1.4 Suodatinkerroksen tiivistäminen

Tiivistystyössä ja kaluston valinnassa noudatetaan soveltuvien osien kohdan 5.2.3.4 ohjeita.

5.3.1.5 Suodatinkerroksen laatuvaatimukset ja laadunvalvonta

Suodatinkerroksen tiiviysvaatimus on keskimäärin 93 % tiiviysaste. Yksittäinen tulos ei saa alittaa 90 % tiiviysastetta.

Ellei työkohtaisessa työselityksessä muuta esitetä, materiaalin rakeisuus määritetään vähintään 300 m³itd välein. Määritys tehdään aina, kun on aihetta epäillä, ettei materiaali täytä sille asetettuja vaatimuksia. Joka neljännessä näytteestä tarkastetaan kapillaarinen nousukorkeus.

Tiiviyskokeet tehdään raiteen keskeltä 150 m ja reunoilta 300 m välein.

5.3.1.6 Työkohtainen työselitys

Suodatinkerroksen osalta esitetään työkohtaisessa työselityksessä vähintään:

- materiaalivaatimukset
- rakentamisajankohta
- työjärjestys
- piirustukset.

5.3.1.7 Työ- ja laatusuunnitelma

Suodatinkerroksen osalta esitetään työ- ja laatusuunnitelmassa vähintään:

- kalusto
- materiaalin hankinta
- laadunvalvontamenetelmä.

5.3.1.8 Kelpoisuuskirja

Suodatinkerroksen osalta esitetään kelpoisuuskirjassa vähintään:

- materiaalin laatu
- tiivistyskokeiden tulokset
- tarkemittaukset
- kapillaarinen nousukorkeus
- rakeisuus
- toteutumapiirustukset.

5.3.2 Eristyskerros

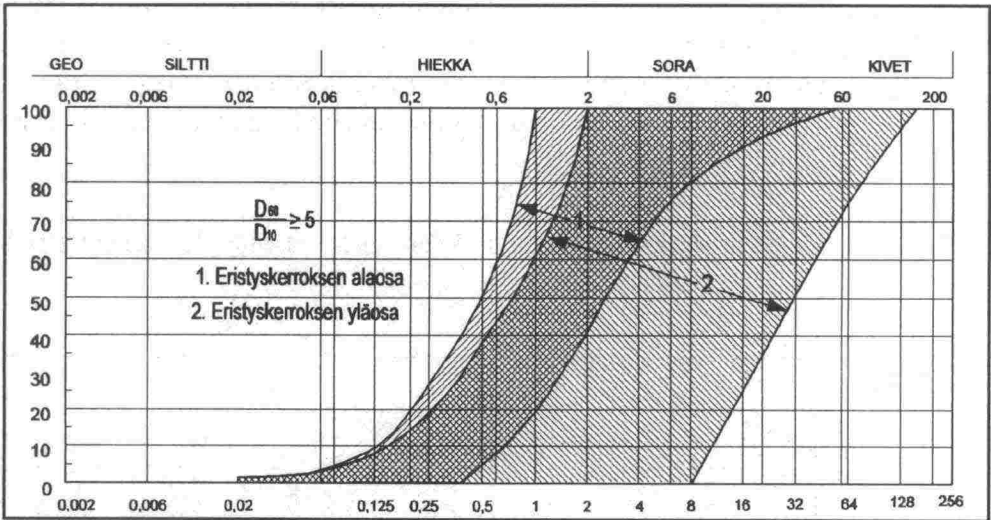
5.3.2.1 Eristyskerroksen käyttötarkoitus

Eristyskerroksen tehtävänä on jakaa kuormia alapuoliselle maa- tai kalliopohjalle ja yhdessä muiden rakennekerrosten kanssa estää tai pienentää alla olevien maakerrosten routimisesta aiheutuvat haitalliset muodonmuutokset radassa. Edelleen eristyskerroksen tehtävänä on estää alapuolella olevien maakerrosten sekoittuminen radan rakennekerrokseen sekä pysäyttää kapillaarisen veden nousu eristyskerroksen alaosaan.

5.3.2.2 Eristyskerroksen materiaali

Eristyskerros hiekasta tai sorasta

Materiaalina käytetään routimattomia maalajeja, joiden rakeisuusohje-alueet ovat kuvan 23 mukaiset.



Kuva 23. Eristyskerroksen materiaalivaatimukset (hiekkä, sora)

Eristyskerroksen alaosassa, jonka paksuus on puolet koko kerroksen paksuudesta, voidaan käyttää kuvan 23 ohjealueella 1 olevaa materiaalia. Eristyskerroksen yläosassa käytetään ohjealueella 2 olevaa materiaalia. Materiaalin maksimirakko on 150 mm. Eristyskerrosmateriaalien kapillaarinen nousukorkeus on enintään 0,7 m.

Materiaali ei saa sisältää orgaanisia eikä epäpuhtaita aineita.

Eristyskerros murskeesta

Kiviaineksen laatu on selvitettävä ennakkotutkimuksin. Hyödynnettävien kallioalueiden tutkimisessa ja näytteiden ottamisessa on noudatettava soveltuvien osien raidesepelin laatuvaatimuksissa esitettyjä määräyksiä ja ohjeita.

Kiviaines ei saa sisältää epäpuhtauksia, kuten irtomaalajeja, puunkappaleita tai muuta orgaanisperäistä ainesta. "Raidesepelin laatuvaatimukset 1995"/16/ ohjeessa esitettyjen menetelmien mukaisesti määritettyjen kiviainesten laatuominaisuuksien tulee vastata taulukossa 5 esitettyjä vaatimuksia.

Taulukko 5. Eristyskerroksen kiviaineksen laatuvaatimukset

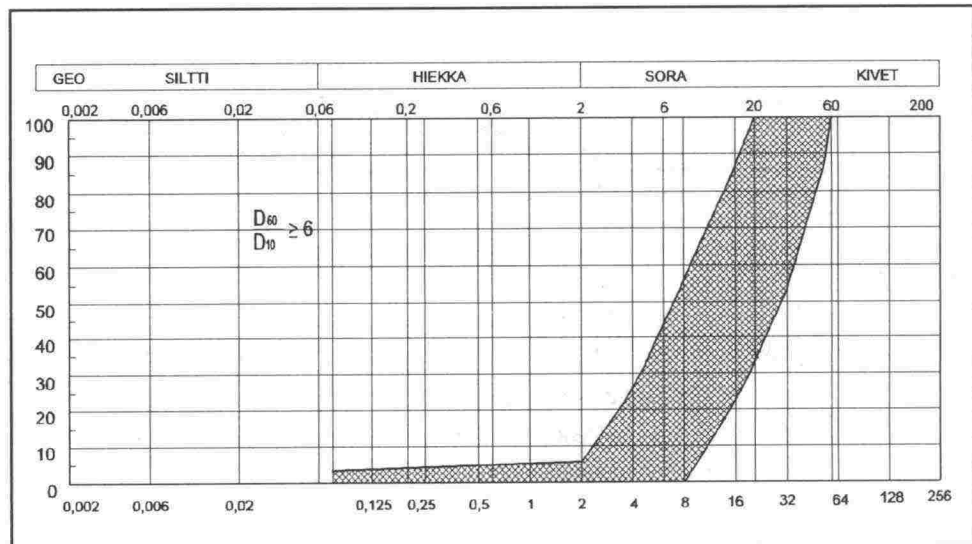
Kiviaineksen laatuksiteeri	Kiviaineksen laatuvaatimus
Haurausarvo *	pienempi kuin 22
Kuulamylyarvo *	pienempi kuin 16

* kummankin vaatimuksen on täyttyttävä.

Kiviaines ei saa sisältää haitallisessa määrin rapautumisherkkiä mineraaleja. Ohuthietutkimuksen perusteella kiviaines ei saa sisältää merkittävästi (yli

5 %) oliviinia, pyrokseeneja, epidoottia, karbonaattia tai kloriittia. Pehmeiden mineraalien kuten kiilteen, talkin ja kalsiitin yhteenlaskettu osuus kiviaineksen mineraalikoostumuksessa ei saa myöskään ylittää 25 %, ja jos kiillettä on kiviaineksessa pakkoina tai suuntautuneina kasaumina, sen osuus saa olla enintään 15 %. Tarvittaessa kiviaineksen rapautumisalttius voidaan selvittää tarkemmin raidesepelin laadunvalvontaohjeessa esitettyjen ohjeiden mukaisesti.

Eristyskerroksen kalliomurskeen rakeisuusohjealue on esitetty kuvassa 24.



Kuva 24. Yhdistetyn eristys- ja välikerroksen kalliomurskeen rakeisuusohjealue

Kun eristyskerros rakennetaan murskeesta, tulee välikerros yhdistää eristyskerrokseen eli rakentaa sen kanssa samanaikaisesti ja samaa materiaalia käyttäen (kuva 24).

Routateknisistä näkökohdista johtuen murskeesta rakennettavien rakennekerrosten tulee olla vastaavia hiekka- ja soramaalajeista rakennettuja rakennekerroksia paksumpi. Tätä koskevat vaatimukset on esitetty normaalipoikkileikkauksissa RAMOn osassa 3 "Radan rakenne" /7/.

5.3.2.3 Eristyskerroksen työmenetelmät

Ennen eristyskerroksen rakentamisen aloittamista tulee pengertäytteen yläpinnan tai leikkauspohjan olla suunnitellun muotoinen ja täyttää sille asetut tasaisuus-, tiiviys- ym. vaatimukset. Jos penkereen yläpinta tai leikkauspohja on niin kantava, että kuljetusajoneuvot voivat liikennöidä niillä ajouria tai muita muodonmuutoksia aiheuttamatta, eristyskerrosmassat voidaan kuljettaa ja levittää pengertäytteen tai leikkauspohjan päältä.

Jos leikkauspohja tai pengertäytteen yläpinta ei vahingoittumatta kestä liikennöimistä, tulee eristyskerrosmassat kuljettaa jo valmiiksi tehdyn eristyskerroksen päältä. Materiaali siirretään kuvan 19 mukaisesti pengertäytteen tai pohjan pinnalle puskutraktoria tai vastaavaa käyttäen kerrospengerryksenä.

Materiaalin kuljetuksen ja levityksen yhteydessä on erityisesti varottava eristyskerroksen likaantumista. Jos eristyskerroksen yläpinnan likaantumista työolosuhteista johtuen ei muuten hallita, eristyskerros tehdään liikennöitävältä osalta työn ajaksi normaalia paksumpana. Työn loputtua likaantunut materiaali poistetaan ja eristyskerroksen korkeustaso ja muoto palautetaan suunnitelman mukaiseksi.

Radan rakennekerrokset tehdään ja tiivistetään ensisijaisesti sulana kautena. Jos rakennuttaja hyväksyy eristyskerroksen tekemisen talvikautena, lumi ja jää on poistettava sekä pengertäytteen ja leikkauspohjan pinnalta että eristyskerrosmateriaalista. Levitys ja tiivistys on tehtävä välittömästi kuorman purkamisen jälkeen, ettei materiaali pääse jäätymään. Talvikautena tehdyn eristyskerroksen tasaus- ja muotoilutyöt sekä jälkitiivistäminen tehdään eristyskerroksen ollessa sulana.

Jäätyneen pengermateriaalin tai leikkauspohjan päälle ei eristyskerrosta saa rakentaa.

5.3.2.4 Eristyskerroksen tiivistäminen

Kerralla tiivistettävän kerroksen paksuus ja tiivistyskalusto valitaan noudattaen kohdan 5.2.3.4 ohjeita.

Eristyskerros tehdään kahtena tai useampana kerroksena siten, että vaadittu tiiviys saavutetaan. Jos materiaalin vesipitoisuus on niin paljon alle optimin, että vaadittua tiiviyyttä ei saavuteta, materiaalia on kasteltava.

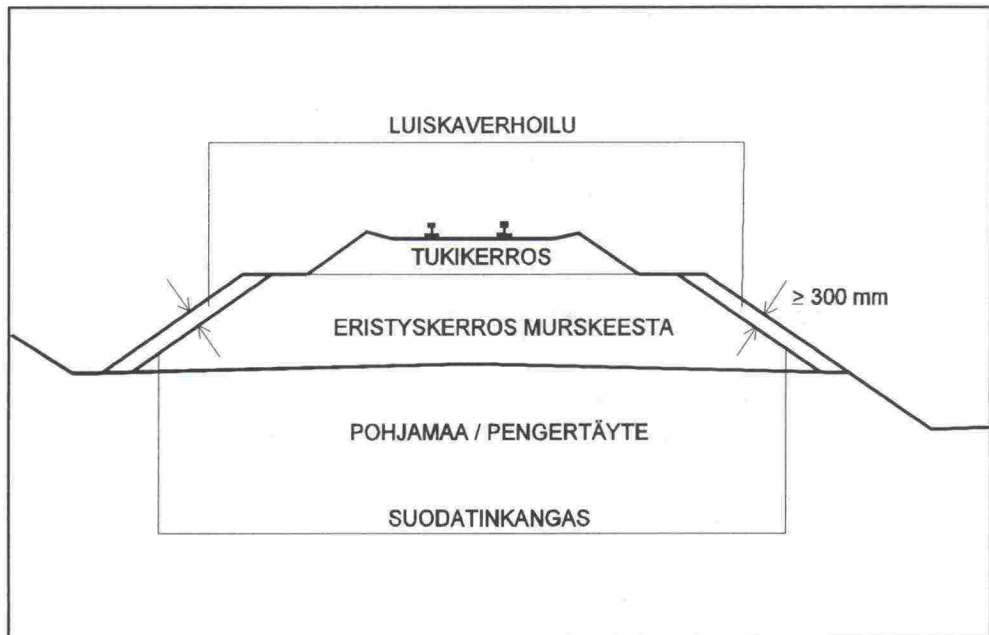
Valmiiksi muotoillulla ja tiivistetyllä pinnalla ei saa liikennöidä työmaaeikä muullakaan kalustolla.

5.3.2.5 Luiskien verhous

Jos eristyskerros rakennetaan murskeesta, eristyskerroksen sivut verhotaan. Verhouksen tehtävänä on estää pakkaskaudella tapahtuva eristyskerroksen tuulettuminen. Verhous tehdään kuvan 25 mukaisesti. Verhousmateriaalina käytetään hiekkaa tai raekooltaan 0...4 mm mursketta. Verhouksen ja eristyskerroksen väliin asennetaan käyttöluokan 2 mukainen suodatinkangas.

Verhousmateriaalia ei lueta radan normaalipoikkileikkauksen mukaiseen tilavuuteen, vaan penkereen kokonaisleveys kasvaa murskatusta

kiviaineksesta rakennettua eristyskerrosta käytettäessä penkereen kummallakin puolella olevan verhouskerroksen yhteispaksuuden verran.



Kuva 25. Murskeesta rakennetun eristyskerroksen verhousperiaate

5.3.2.6 Eristyskerroksen laatuvaatimukset ja laadunvalvonta

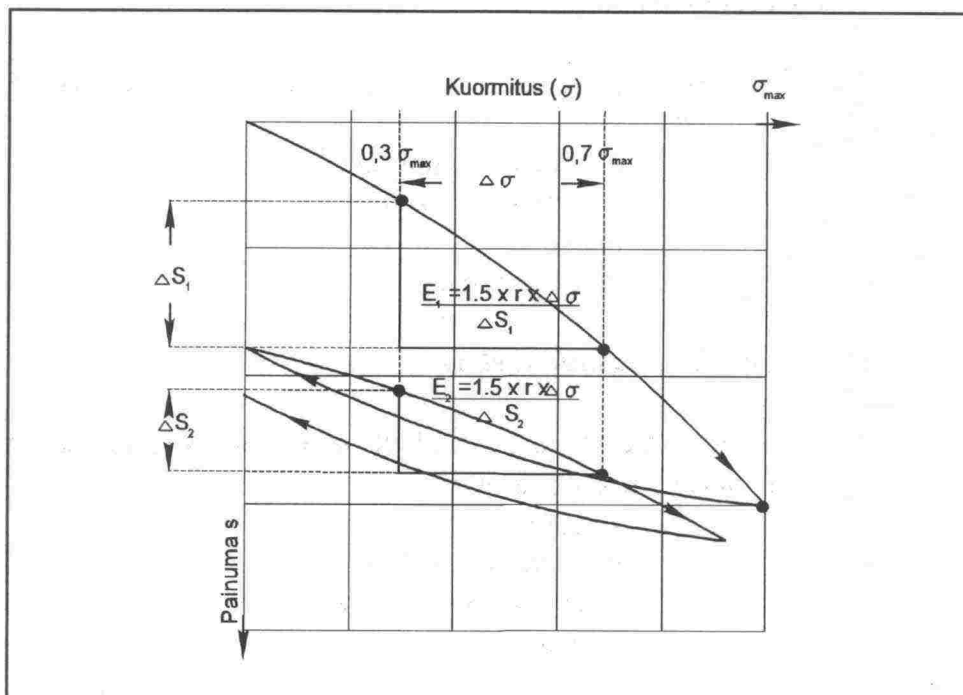
Tiiviysvaatimukset

Hiekka, sora

Eristyskerros tehdään ja tiivistetään kahdessa tai useammassa kerroksessa siten, että kussakin kerroksessa saavutetaan keskimäärin 95 % tiiviysaste. Yksittäinen tulos ei saa alittaa 93 % tiiviysastetta.

Murske

Levykuormituskokeen toisesta kuormitusvaiheesta kuvan 26 mukaisesti määritetyn muodonmuutosmoduulin E_2 tulee kussakin mittauspisteessä olla vähintään 180 MPa. Ensimmäisestä ja toisesta kuormitusvaiheesta määritettävien muodonmuutosmoduulien suhde E_2/E_1 saa puolestaan olla enintään 2,0. Jos yksittäisestä mittauspisteestä saatu tulos ei täytä edellä mainittuja vaatimuksia, tulee tulos varmistaa uusintakokeella ennen lisätiivistämisvaatimusten asettamista.



Kuva 26. Muodonmuutosmoduulin E määrittäminen levykuormituskokeen kuormituspainumakuvaajasta

Sallitut mittapoikkeamat

Eristyskerros rakennetaan työkohtaisessa työselityksessä esitettyjen mittojen mukaan.

Valmiin eristyskerroksen yläpinta ei saa olla rakennetyypin mukaista korkeutta ylempänä eikä rakennetyypin mukaista leveyttä kapeampi. Yläpinnan korkeuden suurin sallittu keskimääräinen poikkeama suunnitellusta tasosta alaspäin on 30 mm.

Suurin sallittu yksittäinen poikkeama yläpinnasta alaspäin saa olla enintään 50 mm. Samat vaatimukset koskevat myös luiskia.

Suurin sallittu yksittäinen poikkeama kerroksen ylä- ja alaleveydessä on 100 mm.

Laadunvalvonta

Tiiviyskokeet tehdään kustakin levitettävästä kerroksesta vähintään 100 m välein rakenteen keskeltä ja 300 m välein rakenteen reunoilta. Tiiviystarkkailuun suositellaan käytettäväksi nk. itsemittaavia jyriä, jolloin tiiviyskokeiden lukumäärää voidaan vähentää. Tällöin kokeet tehdään keskeltä 400 m välein ja reunoilta 800 m välein.

Tiiviystarkkailu tehdään kohdassa 5.2.3.6 Maapenkereiden laadunvalvonta esitettyjä menetelmiä käyttäen.

5.3.2.7 Työkohtainen työselitys

Eristyskerroksen teon osalta työkohtaisessa työselityksessä on esitettävä vähintään:

- materiaalivaatimukset
- rakentamisajankohta
- työjärjestys
- työpiirustukset.

5.3.2.8 Työ- ja laatusuunnitelma

Eristyskerroksen osalta urakoitsija esittää työ- ja laatusuunnitelmassa vähintään seuraavat asiat:

- kalusto
- materiaalin hankinta
- laadunvalvontamenetelmä
- aikataulu

5.3.2.9 Kelpoisuuskirja

Eristyskerroksen osalta kelpoisuuskirjassa esitetään vähintään seuraavat asiat:

- materiaalin laatu
- tiivistyskokeiden tulokset
- tarkemittaukset
- sallittujen mittapoikkeamien ylitykset ja niiden aiheuttamat toimenpiteet
- toteutumapiirustukset.

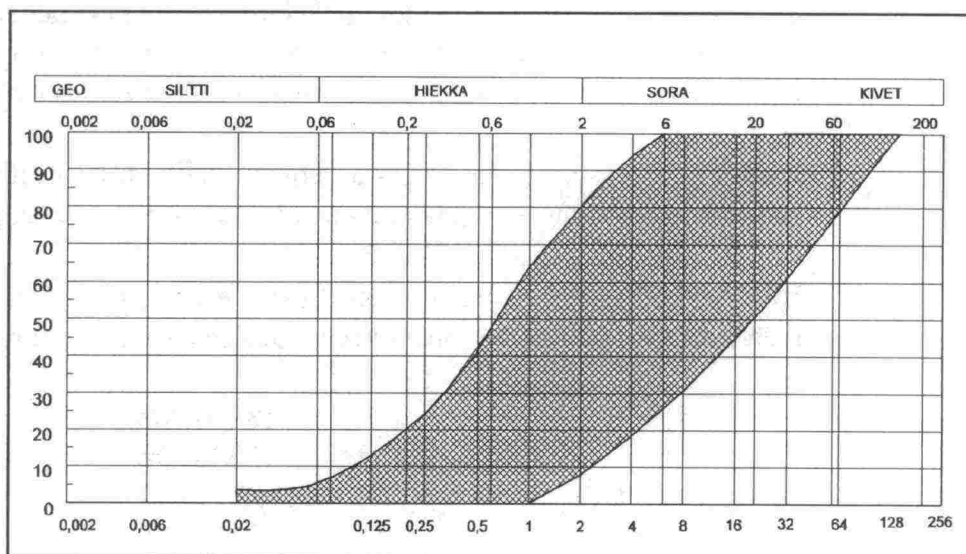
5.3.3 Välikerros

5.3.3.1 Välikerroksen käyttötarkoitus

Välikerroksen tehtävänä on muodostaa tukikerrokselle luja, tasainen ja vettä läpäisevä alusta. Välikerros estää myös eristyskerrosta ja tukikerrosta sekoittumasta toisiinsa, lisää rakenteen kantavuutta ja ehkäisee routimisesta aiheutuvia haittoja.

5.3.3.2 Välikerroksen materiaali

Välikerrosmateriaalina käytetään routimatonta hiekkaa, soraa tai mursketta. Hiekan ja soran rakeisuusohjealue on esitetty kuvassa 27. Jos eristyskerros tehdään murskeesta, välikerros tehdään kuvan 24 mukaisesta materiaalista.



Kuva 27. Välikerroksen materiaalivaatimukset

5.3.3.3 Välikerroksen työmenetelmät

Ennen välikerroksen rakentamisen aloittamista eristyskerroksen on täytettävä sille asetetut tasaisuus-, tiiviys- ja mittavaatimukset.

Jos eristyskerroksen yläosa täyttää välikerrosmateriaalille asetetut vaatimukset, välikerros voidaan tehdä eristyskerroksen yläosan teon yhteydessä.

Välikerros tehdään yhtenä 300 mm kerroksena sulan maan aikana, ellei työkohtaisessa työselityksessä ole muuta esitetty. Välikerroksen materiaali kuljetetaan levitetyn välikerroksen päältä ja levitys eristyskerroksen pinnalle tehdään puskutraktorilla tai vastaavalla työkoneella kerrospengerryksenä (kuva 19).

5.3.3.4 Välikerroksen tiivistäminen

Kerralla tiivistettävän kerroksen paksuus ja tiivistyskalusto valitaan noudattaen kohdan 5.2.3.4 ohjeita.

Valmiiksi muotoillulla ja tiivistetyllä pinnalla ei saa liikennöidä työmaa- eikä muullakaan kalustolla.

5.3.3.5 Välikerroksen laatuvaatimukset ja laadunvalvonta

Tiiviystarkkailu suoritetaan joko volymetrikokeella tai levykuormitus-kokeella.

Välikerroksen pinnasta volymetrikokeilla mitattujen kuivatilavuuspainojen keskiarvovaatimus on 96 % parannetun Proctor-kokeen perusteella

määritetystä kuivatilavuuspainon maksimiarvosta. Yksittäinen tulos ei saa alittaa 94 %:n tiiviysastetta. Poikkeaman ollessa suurempi tiiviysaste tarkastetaan uusintakokein ennen lisätiivistämiskaavimusten asettamista.

Karkeasta sorasta tai murskeesta tehdyn välikerroksen tiivistarkkailu suoritetaan työmenetelmätarkkailuna ja levykuormituskokeella./13/

Ellei työkohtaisessa työselityksessä toisin esitetä, levykuormituskokeella määritettävien moduuliarvojen tulee täyttää seuraavat vaatimukset:

E_2 keskiarvo	180 MN/m ²
E_2 minimi	150 MN/m ²
E_2/E_1	< 2

Tiivysmittaukset tehdään kustakin levitettävästä kerroksesta vähintään 100 m välein rakenteen keskeltä ja molemmilta reunoilta 300 m välein. Itsemittaavia jyriä käytettäessä kokeellinen tarkkailu suoritetaan keskeltä 400 m välein, reunoilta 800 m välein.

Välikerroksen yläpinta ei saa millään kohdalla olla työkohtaisessa työselityksessä esitettyä korkeutta ylempänä.

Suurin sallittu mittapoikkeama yläpinnasta alaspäin mitattuna on 20 mm. Suurin sallittu poikkeama kerroksen ylä- ja alaleveydessä on + 50 mm.

5.3.3.6 Työkohtainen työselitys

Välikerroksen teon osalta työkohtaisessa työselityksessä on esitettävä vähintään:

- materiaalivaatimukset
- rakentamisajankohta
- työjärjestys.

5.3.3.7 Työ- ja laatusuunnitelma

Välikerroksen osalta urakoitsija esittää työ- ja laatusuunnitelmassa vähintään seuraavat asiat:

- kalusto
- materiaalin hankinta
- laadunvalvontamenetelmä
- aikataulu.

5.3.3.8 Kelpoisuuskirja

Välikerroksen osalta kelpoisuuskirjassa esitetään vähintään seuraavat asiat:

- materiaalin laatu
- tiivistyskokeiden tulokset
- tarkemittaukset
- sallittujen mittapoikkeamien ylitykset ja niiden aiheuttamat toimenpiteet.

5.4 KEVYTSORAPENGER

5.4.1 Kevytsorapenkereen käyttötarkoitus

Kevytsoraa käytetään ratapenkereissä routaeristeenä ja kevennyksenä. Kevytsoraa ei saa käyttää kohteissa, missä se voi jäädä jatkuvasti pohjaveden pinnan alapuolelle.

5.4.2 Kevytsorapenkereen materiaali

Kevytsoran laatuvaatimukset määrätään työkohtaisessa työselityksessä.

Erikoiskevyen kevytsoran kuivatilavuuspainon keskiarvo saa olla enintään 320 kg/m^3 ja yksittäisen toimituserän kuivatilavuuspainon enintään 350 kg/m^3 .

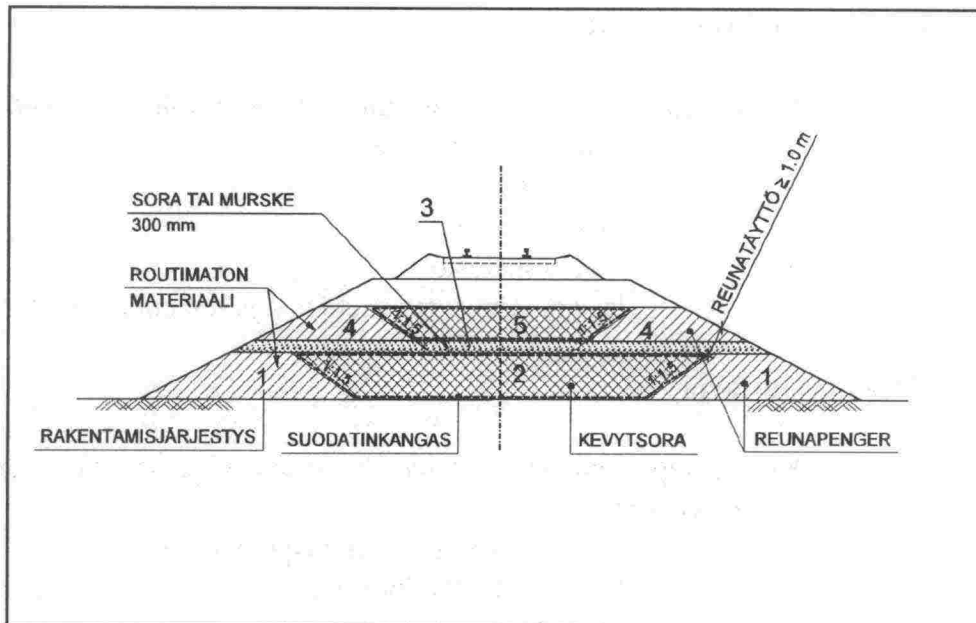
Normaalin kevytsoran kuivatilavuuspainon keskiarvo saa olla enintään 420 kg/m^3 ja yksittäisen toimituserän enintään 450 kg/m^3 .

5.4.3 Kevytsorapenkereen rakentaminen

Kevytsorapengerit tehdään työkohtaisessa työselityksessä esitettyjen rakennetyyppien mukaisesti. Kevytsorapengerit on aina suojattava vähintään 1,0 m reunapengerillä. Jos reunapenger tehdään huonosti vettä läpäisevästä materiaalista, rakennetaan salaojaputkisto sopiviin kohtiin reunapengerisiin enintään 30 m välein.

Reunapengerit rakennetaan ennen kevytsoran pengerrystä ja tiivistetään penkereen tiiviysvaatimusten mukaisesti.

Ellei työkohtaisessa työselityksessä toisin esitetä, kevytpenger tehdään kuvan 28 mukaisesti. Kevytsora levitetään enintään 1 m kerroksina. Kevytsorakerrokset ympäröidään kaikilta sivuiltaan käyttöluokan III suodatinkankaalla. Kerrosten väliin tehdään 300 mm kerros 0...63 mm sorasta tai murskeesta. Sen päältä tiivistetään alla oleva kevytsora.



Kuva 28. Kevytsorapenkereen rakentaminen

Kevytsorakerroksen yläpinnan tulee olla vähintään 1,4 m etäisyydellä radan korkeusviivasta. Kevytsoran päälle tuleva radan eristyskerros levitetään vähintään kahtena 0,3 m kerroksena, joista alempi korvaa kevytsoran päälle muutoin tehtävän murskekerroksen. Kerrokset tiivistetään kuudella jyräyskerralla 5 t täryvalssiyrällä ellei työkohtaisessa työselityksessä toisin esitetä.

Kevytsorapenkereen rakentaminen talvella

Kevytsorapenkereen rakentaminen talvityönä edellyttää, ettei alle jäävä maa ole jäässä. Lumi poistetaan huolellisesti pengerrättävältä alueelta. Kevytsoraan ei saa sekoittua lunta eikä jäätä.

5.4.4 Kevytsorapenkereen laatuvaatimukset ja laadunvalvonta

Kevytsorapenkereen laatua valvotaan kohdan 5.2.4.6 mukaisesti.

5.4.5 Työkohtainen työselitys

Kevytsorapenkereiden osalta työkohtaisessa työselityksessä esitetään vähintään:

- töiden yleisjärjestelyjä koskevat ohjeet ja määräykset
- materiaalivaatimukset
- tiivistyksen työtap
- penkereen mitat ja sallitut mittapoikkeamat
- laadunvalvontaohjeet
- painuma- ja siirtymätarkkailu.

5.4.6 Työ- ja laatusuunnitelma

Urakoitsija esittää työ- ja laatusuunnitelmassa vähintään seuraavat asiat:

- materiaalien hankinta
- pengerrystapa
- levityskalusto
- tiivistyskalusto
- laadunvarmistusmenetelmät ja dokumentointitapa.

5.4.7 Kelpoisuuskirja

Kevytsorapenkereiden osalta kelpoisuuskirjassa esitetään vähintään seuraavat asiat:

- maamateriaalien tutkimuspöytäkirjat
- kevytsoran laatutodistus
- tiiviyskokeiden tulokset
- sallittujen mittapoikkeamien ylitykset sekä niiden aiheuttamat korjaustoimenpiteet
- toteutumapiirustukset.

5.5 EPS-RAKENNE

EPS-rakenteella tarkoitetaan suulakepuristetusta solumuovilevystä valmistettuja "blokkeja", joita käytetään keveytensä vuoksi korvaamaan pengertäytettä ja pienentämään painumia heikosti kantavilla maapohjilla.

EPS-rakennetta voidaan käyttää laiturirakenteissa.

EPS-rakenne tehdään työkohtaisen työselityksen mukaan.

5.6 ROUTALEVY

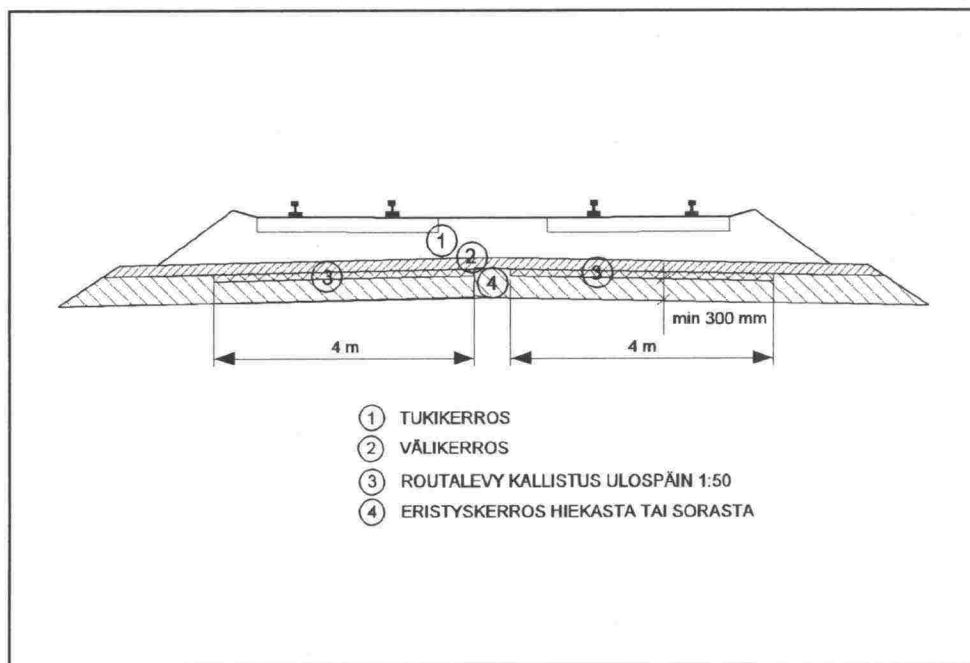
5.6.1 Routalevyn käyttötarkoitus

Suulakepuristetusta solumuovista valmistettuja levyjä käytetään poistamaan routimisen radalle aiheuttamia haittoja.

5.6.2 Routalevyn asentaminen

Asennus kaivamalla

Routalevyt asennetaan kuvan 29 mukaisesti ellei työkohtaisessa työselityksessä ole muuta esitetty.



Kuva 29. Kaivamalla asennettavan routalevyn periaatepiirustus

Kaivu suoritetaan suunniteltuun tasoon ja 1:50 kaltevuuteen ulospäin. Kaivupohja tasataan, täytetään eristyskerroksen materiaalilla ja tiivistetään. Levyt asennetaan tasatulle ja tiivistetylle eristyskerrokselle, jonka paksuuden tulee olla vähintään 300 mm.

Levyjen päälle tuleva välikerros levitetään päätypengerryksenä. Levityskalusto tulee valita siten, että sen pyörä- tai telapaineet eivät vahingoita routalevyjä. Välikerroksen paksuuden on oltava tiivistettynä vähintään 300 mm, ellei työkohtaisessa työselityksessä toisin esitetä.

Useampiraiteisilla rataosuuksilla viereisen raiteen liikenteen takia voidaan kaivanto joutua tukemaan. Luiskan tuenta toteutetaan ohjeen "Tuettujen kaivantojen suunnittelu rautatiealueiden kaivantotöissä" mukaisesti./10/.

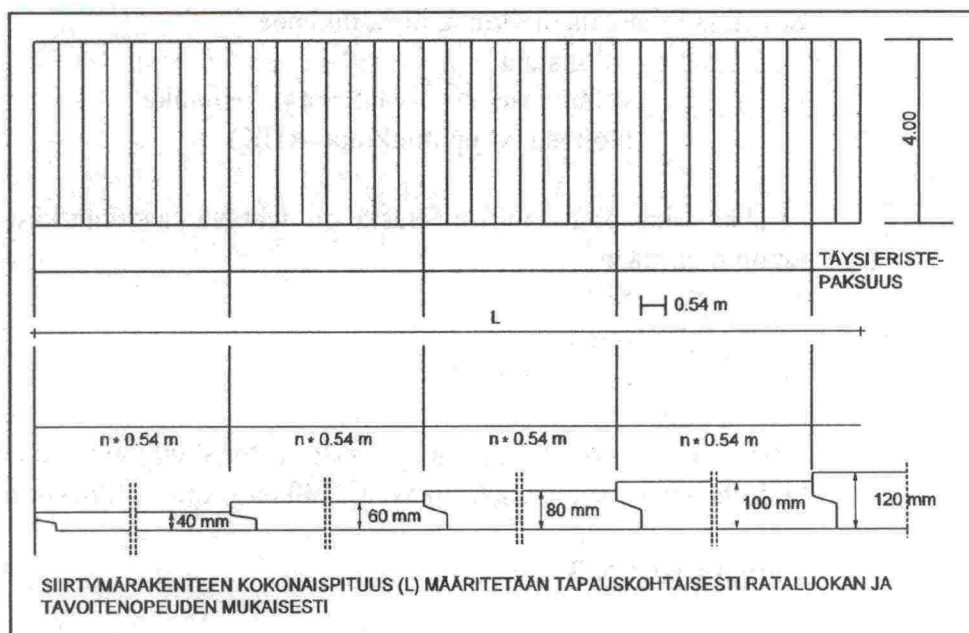
Asennus sepelinpuhdistuskoneella

Routalevyt asennetaan sepelinpuhdistuskoneella PYL:n "Päällysrakenteiden yleiset laatuvaatimukset" ohjeen mukaisesti./8/.

Routaeristeen päättäminen

Routaeristerakenne päätetään tavallisesti routimattomaan ratarakenteeseen. Mikäli jostain syystä eristerakenne päätetään routivalle alustalle, toteutetaan siirtymärakenne kuvan 30 mukaisesti. Siirtymärakenteen pituus (L) määrätään tapauskohtaisesti alusrakenneluokan ja tavoitenopeuden mukaan.

Siltojen kohdalla eristys viedään sillan yli, jos sillan leveys ja sepelikerroksen paksuus antavat siihen mahdollisuuden. Muussa tapauksessa eristys päätetään siirtymälaatan päälle mahdollisimman lähelle siltakannen reunaa.



Kuva 30. Siirtymärakenne routalevystä

5.6.3 Routalevyrakenteen laatuvaatimukset ja laadunvalvonta

Materiaali

Routalevyjen on oltava RHK:n hyväksymiä.

Jos työkohtaisessa työselityksessä ei ole toisin esitetty, käytetään 100 mm paksuista levyä, joka täyttää seuraavat laatuvaatimukset:

- suulakepuristettu solumuovilevy
- tiheys kuivana vähintään 40 kg/m³
- puristuslujuus vähintään 450 kPa
- levyjen pysyvä muodonmuutos saa olla enintään 5 % väsytykskokeessa, jossa minimikuormitus on 10 kPa, maksimikuormitus 200 kPa, kuormituskertojen määrä 2×10^6 sekä kuormitustaajuus 1... 4 Hz.

Levyjen mitat

- pituus 4000 mm ± 20 mm
- leveys 600 mm (etenemä 540 mm) ± 10 mm
- puolipontti 60 mm
- levyvahvuudet 40...100 mm, muutos 20 mm välein.

Levyjen valmistaja suorittaa tuotannon aikana laadunvalvontaa levyjen tiheyden, puristuslujuuden ja mittojen osalta jatkuvana ja muilta osin pistokokeina.

Levyjen merkintä

Levyissä tulee olla merkintä, josta ilmenee

- valmistaja
- valmistuserän päivämäärä ja kelloaika
- tuotteen tyyppimerkintä (RHK).

Lisäksi jokaisesta valmistuserästä on tehtävä laaduntarkastuspöytäkirja, johon merkitään

- tiheys
- mitat
- puristuslujuus.

Väsytykestävyydelle asetettujen vaatimusten täyttyminen osoitetaan yhdestä näytteestä jokaista alkavaa 2500 m³ toimituserää kohti.

Sallitut sijaintipoikkeamat

Suurin sallittu yläpinnan poikkeama alaspäin on 50 mm. Suurin sallittu

poikkeama routalevyjen sijainnissa sivusuunnassa on ± 100 mm. Suoritettaessa asennus aukikaivaen asennuspohjan tasaisuusvaatimus on ± 20 mm levyn pituudelta (4 m).

5.6.4 Työkohtainen työselitys

Routalevyjen osalta työkohtaisessa työselityksessä on esitettävä vähintään seuraavat asiat:

- työkohtaiset asennusohjeet
- työkohtaiset laadunvarmistusmenetelmät.

5.6.5 Työ- ja laatusuunnitelma

Routalevyjen osalta urakoitsija esittää työ- ja laatusuunnitelmassa vähintään seuraavat asiat:

- levyjen toimittaja
- levyjen varastointi
- työkohtaiset asennustavat ja kalusto
- laadunvarmistusmenetelmät.

5.6.6 Kelpoisuuskirja

Routalevyjen osalta kelpoisuuskirjassa esitetään vähintään seuraavat tiedot:

- routalevyjen laatutodisteet
- suoritettujen tarkemittausten tulokset
- toteutumapiirustukset.

VIITTEET

- /1-6/ Rautatien maarakennustöiden yleinen työselitys ja laatuvaatimukset
RMYTL, osat 1 - 6, Ratahallintokeskus
- /1/ Osa 1 "Yleinen osa"
- /2/ Osa 2 "Alustavat työt"
- /3/ Osa 3 "Perustamis- ja vahvistamistyöt"
- /4/ Osa 4 "Kuivatustyöt"
- /5/ Osa 5 "Maaleikkaus- ja pengerrystyöt"
- /6/ Osa 6 "Kalliorakennustyöt"
- /7/ Ratatekniset määräykset ja ohjeet RAMO, Ratahallintokeskus
- /8/ Päälysrakennetöiden yleiset laatuvaatimukset, Ratahallintokeskus
- /9/ Ratatyöntekijöiden pätevyysvaatimukset, Ratahallintokeskus
- /10/ Tuettujen kaivantojen suunnittelu rautatiealueiden kaivantotoissa, VR,
Ratayksikkö, Georyhmä 15.4.1993
- /11/ Kunnallisteknisten töiden yleinen työselitys KT97, Suomen kuntaliitto
- /12/ Taajaman viheralueiden hoitoluokitus/ Luokitus- ja hoito-opas,
Kaupunginpuutarhurien seura ry 1993
- /13/ Rakentamisen laadunvarmistus, alusrakenteen ja päälysrakenteen sitomattomat
osat, Tielaitos 1994
- /14/ Kairausoppaat I-V, Suomen Geotekninen yhdistys ry
- /15/ Maarakentajain ympäristöopas, Maarakennusalan neuvottelukunta MANK
- /16/ Raidesepelin laatuvaatimukset 1995, Ratahallintokeskus

- 1 Rautatien maarakennustöiden yleinen työselitys ja laatuvaatimukset (RMYTL)
Osa 6 Kalliorakennustyöt
- 2 Ratatyöntekijöiden pätevyysvaatimukset
- 3 Rautatien maarakennustöiden yleinen työselitys ja laatuvaatimukset (RMYTL)
Osa 4 Kuivatustyöt
- 4 Rautatien maarakennustöiden yleinen työselitys ja laatuvaatimukset (RMYTL)
Osa 3 Perustamis- ja vahvistamistyöt

RATAHALLINTOKESKUS
KAIVOKATU 6, PL 185
00101 HELSINKI

Lisätietoja: Tekninen yksikkö puh.(09) 5840 5192, sähköposti: sinikka.kiikka@rhk.fi
Jakelu: VR Kirjapaino, puh.(019) 456 4874, faksi (019)456 4826

ISBN 952-445-021-6
ISSN 1456-1220